Untersuchungen

über die

Entwickelungsgeschichte der Fische

nebst einem Anhange

über die Schwimmblase.

Von

Dr. Karl Ernst von Baer,

Professor zu Königsberg.



Mit einer Kupfertafel und mehreren Holzschnitten im Texte.

Leipzig, 1835

bei Friedrich Christian Wilhelm Vogel.

Ein Bericht über meine Untersuchungen aus der Entwickelungsgeschichte der Fische geht endlich in die Druckerei ab. Wer könnte besser Pathenstelle bei ihm vertreten, als der Verfasser der ersten ausführlichen Darstellung von der Entwickelung eines Fisches? Ihre Biographie des *Blennius viviparus* erhielt ich, als ich im vorigen Jahre grade mit dem Niederschreiben des vorliegenden Berichtes beschäftigt war. Eine auffallende Differenz in der Gestalt des Herzens, wie Sie dieselbe aus dem *Blennius* angeben und wie ich sie in *Cyprinus*-Arten gefunden hatte, bestimmte mich, meine Darstellung noch bis in diesem Sommer zurück zu legen. Hat sie dadurch an Neuheit verloren, so wird sie doch als Ergänzung aus der ersten Zeit der Bildung nicht unwillkommen seyn. Das Vorherrschende ist nämlich, wie man leicht finden wird, die Bildung im Eie, weshalb ich meine Schrift mit Recht: „Drei Tage aus der Lebensgeschichte einer Karpfen-Art" hätte nennen können. Doch wird die vorliegende Darstellung mit der Ihrigen, mit der von Carus und mit der von Baumgärtner über die Forelle verbunden die Abweichungen in der Ausbildung der verschiedenen Fischformen nachweisen und eben dadurch das Allgemeingültige von der Eigenthümlichkeit einer Familie oder Gattung sondern lehren. Welche ausserordentliche Verschiedenheit zeigt sich z. B. in der Dauer des Aufenthaltes im Eie! Der Embryo der Forelle durchbricht die Eihüllen erst im dritten Monate, die Aalmutter (*Blenn. vivip.*) ungefähr nach so vielen Wochen, und *Cyprinus Blicca* schon in eben so vielen Tagen. Fast eben so verschieden ist die Grösse, die sie im Eie erhalten.

Ein Bericht über meine Untersuchungen aus der Entwickelungsgeschichte der Fische geht endlich in die Druckerei ab. Vier [illegible] dieser Blätter [illegible] bei ihm Verfasser, [illegible] der Verfasser der ersten ausführlichen Darstellung von der Entwickelung eines Fisches, der Biographie des *Blennius viviparus*, [illegible], als ich im vorigen Jahre grade mit dem Niederschreiben des vorliegenden Berichtes beschäftigt war. Eine auffallende Differenz in der Gestalt des Herzens, wie Sie [illegible] aus dem *Blennius* angeben und wie ich sie in *Cyprinus*-Arten gefunden hatte, bestimmte mich, meine Darstellung noch bis zu diesem Sommer zurück zu legen. Hat sie dadurch an Neuheit verloren, so wird sie doch als Ergänzung aus der ersten Zeit der Bildung nicht unwillkommen seyn. Das Vorherrschende ist nämlich, wie man leicht finden wird, die Bildung im Eie, weshalb ich meine Schrift mit Recht: „Drei Tage aus der Lebensgeschichte einer Karpfen-Art" hätte nennen können. Auch wird die vorliegende Darstellung mit der Ihrigen, mit der von Fauus [illegible] und mit der von Baumgärtner über die Forelle verbunden die Abweichungen in der Ausbildung der verschiedenen Fischformen nachweisen und eben dadurch das Allgemeingültige von der Eigenthümlichkeit einer Familie oder Gattung sondern lehren. Welche ungemeine Verschiedenheit zeigt sich z. B. in der Dauer des Aufenthaltes im Eie! Der Embryo der Forelle durchbricht die Eihüllen erst im dritten Monate, die [illegible] ungefähr nach so vielen *Wochen*, und *Cyprinus Blicca* schon in eben so vielen *Tagen*. Fast eben so verschieden ist die Grösse, die sie im Eie erhalten.

I.

Allgemeines.

Häufig ist für Beobachtungen aus der Entwickelungsgeschichte die Herbeischaffung der Gelegenheit und des Materials zeitraubender, als die Beobachtung selbst. Für die Classe der Fische habe ich vorzüglich lange vergeblich darnach gestrebt. Gewisse Arten von Laich, insbesondere der des Barsches, waren öfters leicht zu haben, allein theils starb dieser frühzeitig bei mir ab, theils wusste ich nicht, welche Veränderungen schon vorgegangen waren, bevor der Laich in meine Hände gekommen war. Ich glaubte, dass schon durch andere Untersuchungen angeknüpfte Bekanntschaften mit Fischhändlern und Fischern mir es leicht machen würden, den Laich vom Augenblicke der Befruchtung an zu untersuchen; — allein die Gleichgültigkeit dieser Leute ist wenigstens in Ostpreussen so gross, dass sie über Ort und Zeit mich nur unbestimmt belehrten und wenn sie selbst Laich fanden, ihn mir gewöhnlich in solchem Zustande brachten, dass er für fernere Entwickelung nicht mehr tauglich war. Endlich gelang es mir, im Jahr 1831 einen für das Laichen mehrerer Fische sehr geeigneten Ort eine Meile von Königsberg bei Wehrdamm, nahe am Ausflusse des Pregels, zu finden. Es ist dieses eine Lache, die durch einen stark mit Binsen und Röhrig bewachsenen Ausfluss mit dem Hafe in Verbindung steht. Hier erwärmt sich das Wasser früher als im Pregel. Es laichen daher mehrere Fische in dieser Lache: *Cyprinus Tinca*, *C. erythrophthalmus* und besonders in unsäglicher Menge *Cyprinus Blicca*. Hier habe ich in den Jahren 1831, 1832 und 1833 anhaltende Untersuchungen angestellt. So habe ich also nur Barsche und mehrere *Cyprinus*-Arten in der Entwickelung zu beobachten Gelegenheit gehabt. Unbefruchtete Eier, theils solche, die noch in den Eierstöcken sassen, theils abgelöste habe ich aus den verschiedensten Gattungen beobachtet; dass ich aber keine befruchteten Eier von Lachsen oder Forellen habe erhalten können, ist mir sehr schmerzlich gewesen. Es sind nämlich die Eier der am meisten von mir untersuchten *Cyprinus*-Arten so klein und so wenig gefärbt, dass die Beobachtung dadurch ungemein schwierig wird, besonders weil die äussere Haut, um den Embryo deutlich zu sehen, durchschnitten werden muss. Wenn man bedenkt, dass die Dotterkugeln vom Güster *(Cyprinus Blicca)* und Rothauge *(Cypr. erythrophthalmus)* nur 2/5 Linien im Durchmesser haben und dass der Theil, auf welchem der Embryo sich bildet, nach unten liegt, die Dotterkugel also ausgeschält und unter dem Mikroskop während der Beobachtung künstlich gehalten werden muss, so darf ich vielleicht sagen, dass ich versucht habe an diesen zu sehen, soviel mir möglich war.

Die Hoffnung nicht aufgebend, den Laich von Fischen aus andern Familien zu untersuchen, um eine mehr allgemein gültige Darstellung geben zu können, schien es mir passend, über das Gesehene einen kurzen Bericht zu erstatten, damit Beobachter, welche Gelegenheit haben andere Formen zu untersuchen, es vergleichen könnten. Als ich eben mit der Ausarbeitung beschäftigt war, erhielt ich den zweiten Theil von Rathke's Abhandlungen zur Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Thiere, in welchem sich eine sehr fleissige Untersuchung über die Entwickelung von *Blennius viviparus* findet. Da diese Darstellung über die früheste Zeit der Entwickelung weniger vollständig ist als über die spätere, so habe ich die Bildung innerhalb des Eiweiss hier ausführlicher behandelt und nur Unwesentliches, wie die

Berichte über künstliche Befruchtung u. s. w. unterdrückt, aus der Zeit nach dem Auskriechen jedoch nur Einzelnes hervorgehoben.

Für die Abbildungen glaubte ich jedoch mich mit einer Tafel begnügen zu dürfen, wenn die Darstellungen so gewählt würden, dass alles Wesentliche erläutert wird, ohne von jeder Form Ansichten von verschiedenen Seiten zu geben, wie die Zeichnungen für ein grösseres Werk angelegt sind. Aus demselben Grunde habe ich zuweilen die Abbildungen (z. B. Fig. 16) so gewählt, dass sie Zwischen-Formen zwischen den gesondert beschriebenen Entwickelungsstufen darstellen. Ich habe nämlich die Entwickelung im Eie für die Darstellung in neun unterscheidbare Stufen getheilt. In dem Stiche der Tafel hat Herr Lehmann, der die Kupfer zu Bojanus Anatomie der Schildkröten gestochen hat, versucht, so viel die Deutlichkeit es erlaubte, die Zartheit der Gegenstände nachzuahmen.

Alle Abbildungen stellen die Entwickelung des Güster (*Cyprinus Blicca*) dar, und von diesem ist auch in der Darstellung die Rede, wenn nicht ein anderer Fisch namentlich genannt wird. Die Entwickelung der *Cyprinus*-Arten hat auch äusserlich viel Aehnlichkeit mit der der Batrachier und beide machen einander auf merkwürdige Weise verständlich. An dem dunklen Eie der Batrachier unterscheidet man die geringste Umänderung der äussern Form, die innern Vorgänge sind schwer zu ermitteln. Hier ist es umgekehrt. Man sieht so sehr durch das Ei hindurch, dass man Mühe hat einen Blutstrom, der auf der rechten Seite des jüngern Embryo verläuft von einem, der auf der linken sich befindet, zu unterscheiden.

Die Dauer der einzelnen Entwickelungsperioden ist ausserordentlich abhängig von der Wärme. Deshalb kann man gar kein Normalmaass für diese Zeit angeben, und ich habe die Entwickelung mehr nach den aufeinander folgenden Stufen, als nach der Zeit bestimmen wollen. Da aber die Physiologen ihre Darstellungen der Entwickelungen am liebsten nach dem Zeitmaasse geben, so habe ich mich, ihnen zu Gefallen, auch darnach umgesehen. Nur *Cyprinus Blicca* gab mir ein Maass dafür. An einer beschränkten Stelle des Pregels war bei sehr warmer Witterung der Laich dieses Fisches in zweimal 24 Stunden schon soweit, dass die Embryonen Schwänze hatten und in etwas mehr als 3 mal 24 Stunden waren nicht nur die Embryonen ausgeschlüpft, sondern sogar die äusseren Eihäute verschwunden. Nach dieser Erfahrung sind die Zeitangaben in der folgenden Darstellung. Man muss sich also überall den Zusatz hinzudenken: bei warmer Witterung. In beschränkten Gefässen entwickelt sich der Laich immer langsamer, da sie während der Nacht sich weit mehr abkühlen als grosse Wasserbecken.

Ueberhaupt gelang es mir schwer oder gar nicht, den Laich in meiner Stube zur Entwickelung zu bringen, wenn er erst kurz vorher befruchtet war, so sehr ich auch bemüht war ihm frisches Flusswasser zu geben. Ich glaube jetzt den Grund in der ungemeinen Empfindlichkeit des Laiches gegen Temperatur-Veränderungen suchen zu müssen; das Zimmer, in welchem ich beobachtete, liegt nach Norden und ist deshalb ungemein kühl. Ich habe später am Ort des Laichens selbst meine Untersuchungen fortsetzen müssen. Diess mag andern Beobachtern als Wink gelten *).

---

*) Ueber die Empfindlichkeit gegen den Temperatur-Wechsel machte ich zufällig eine sehr auffallende Erfahrung. Aus einer Portion Laich waren die Embryonen so eben ausgekrochen. Sie sollten in ein anderes Glas gebracht werden, das vorher einer Reinigung unterworfen werden musste. Ich liess diese durch warmes Wasser bewirken und glaubte das Gefäss hinlänglich abzukühlen, indem ich es zweimal nach einander mit Flusswasser füllte und dieses weggoss. Dennoch starben alle Embryonen, die bei der Uebersiedelung die Wand des Glases berührten, in 1 bis 2 Minuten; die in der Mitte sich haltenden blieben munter. Nach wenigen Minuten hörte die Wirkung der Glaswand auf. Offenbar hatte die Glaswand als schlechter Wärmeleiter noch etwas Wärme behalten und diese den nächsten Wasserschichten mitgetheilt. Gegen allmählige Temperatur-Wechsel sind die Fischchen lange nicht so empfindlich.

II. Entwickelung des Fisch-Eies bis zum Laichen.

Die Eierstöcke unserer Süsswasserfische sind bekanntlich als Wände von Säcken zu betrachten, und zwar meistens so, dass jeder Eierstock einen vollständigen Sack bildet, der unmittelbar in den Eileiter übergeht, oder in einigen Gattungen so, dass jeder Eierstock nur einen Theil der Wand eines Sackes ausmacht und beide Eierstöcke nur zusammen und mit der Bauchwand eine Höhle bilden, welche aber auch zugleich Bauchhöhle ist. Rathke hat in seinen Beiträgen zur Geschichte der Thierwelt anschaulich gemacht, dass diese letztern Eierstöcke als aufgespalten und auf einen Theil der Wandung beschränkt betrachtet werden können. Es ist auch die Lagerung der Eier, so wie alles übrige Verhältniss in diesen Eierstöcken eben nicht anders, als in den gewöhnlichen. Die innere Fläche des Eierstocks hat eine zarte Bekleidung, die in den sackförmigen Eierstöcken in die Schleimhaut des Eileiters, in den aufgespaltenen hingegen in das Bauchfell übergeht. Die eigentliche Substanz, aus welcher der Eierstock selbst besteht, und die ich Lager oder Keimlager *(Stroma)* zu nennen vorgeschlagen habe, ist, besonders nach dem Abgange der reifen Eier, auch nicht sehr dick und bildet meistens blattförmige Vorsprünge nach der innern Fläche. In diesem Lager entstehen die Eier, jedes in eine eigene zarte Kapsel *(Theca)* gehüllt.*) Wenn sie reifen, drängen sie sich gegen die innere Fläche, bis sie mehr oder weniger an derselben hervorragen. Dieses ist dann der Zustand, nach welchem man sonst wohl zu sagen pflegte, die Eier der Fische hingen an einem Stiele von Gefässen. Allerdings geben die Blutgefässe des Eierstocks an jede Kapsel ein Aestchen ab, welches zur Zeit der Reife des Eies stärker wird. Nie aber bilden die Gefässe allein den Stiel des Eies, sondern das Gefässbündel steckt in einer Verlängerung des Keimlagers, die in unseren gewöhnlichen Knochenfischen sogar eine ansehnliche Dicke hat, allein in der Regel so durchsichtig ist, dass man bei ganz flüchtiger Ansicht sie übersehen könnte.**) Indem nämlich das Ei in der umhüllenden Kapsel gegen die innere Wand des Eierstockes und aus ihr hervordrängt, schiebt es die innere Haut desselben vor sich her, der zwischenanliegende Theil des Keimlagers wird zur Seite gedrängt, die Kapsel verwächst mit der vorgetriebenen Haut gerade so zu einem Kelche, wie in den nicht hohlen Eierstöcken der Säugethiere, Vögel und höhern Amphibien die Kapsel mit der äussern Haut des Eierstocks verwächst. Das Ei durchreisst nun den Kelch, welcher leer zurückbleibt und bei der Weichheit des Keimlagers sehr bald unkenntlich wird. Der Kelch ist bald mehr, bald weniger gestielt, d. h. aus der allgemeinen Fläche des Eierstockes hervorragend. Einen dünnen Stiel habe ich bei keinem der von mir untersuchten Fische gesehen,

*) Es ist mir nicht klar, warum Rathke die von mir lateinisch (*De ovi mamm. gen.*) und deutsch (Heusingers Zeitschrift Bd. II.) vorgeschlagenen Ausdrücke für die einzelnen Theile des Eierstockes und des Eies weder angenommen, noch bessere vorgeschlagen hat, sie waren für eine allgemeine Anwendung berechnet. Nach Rathke's Abhandlungen zur Bildungs- und Entwickelungsgeschichte 2. Theil S. 3 wird das Ei der Fische in einer Zellhaut des Eierstockes gebildet. Allein diese sogenannte Zellhaut hat mitunter eine ganz ansehnliche Dicke, ist weniger derb als sonst Häute zu seyn pflegen, sie ist ganz dieselbe Substanz, welche den Eierstock der Batrachier bildet und ist überhaupt ein so schönes Paradigma des allgemeinen thierischen Grundstoffes (des Thierstoffes Döllingers), ohne eigenthümliches Gewebe, als man eins haben kann — und eben deshalb nur das Lager für die Eier, die allein diesem Stoffe hier organische Bedeutung geben. Bei Rathke ist ferner für jedes Ei ein Kern, worin das Ei steckt. Dieser Kern ist also vielmehr eine Schaale und ich weiss nicht recht, ob hier der Theil gemeint ist, den ich Kapsel nenne oder ein verdichteter Theil des Keimlagers. Ich hatte vorgeschlagen, den Inhalt der Kapsel Kern (*Nucleus*) zu nennen, um eine allgemein passende Benennung zu haben, weil dieser Inhalt bald nur aus der Dotterkugel besteht, bald noch aus andern umgebenden Theilen, wie bei den Säugethieren.

**) Dieser Durchsichtigkeit allein kann ich es zuschreiben, dass sogar Swammerdam die Eier der Batrachier als an einem Gefässe hängend beschreibt und abbildet.

im Gegentheil öfter einen eben so kurzen und breiten Uebergang, wie die Kelche der Frosch-Eier haben *).

Jedes Ei enthält ausser der Dottersubstanz ein ansehnliches Keimbläschen, das um so grösser im Verhältniss zu dem untersuchten Ei erscheint, je jünger dieses ist. Es ist also auch hier wahrscheinlich, dass das Keimbläschen das Primäre in der Bildung des Eies ist, und in der That kann man in den ersten Anlagen der Eier nichts unterscheiden, als ein durchsichtiges Bläschen. Auch die Kapsel scheint allmählig durch Anwachsen des Eies und Andrängen desselben gegen das Keimlager erzeugt zu werden. Das Keimbläschen habe ich bisher in allen Eiern gefunden, die noch in ihren Kapseln sassen, aber nie in solchen, die abgegangen waren. Dass es um die Zeit des Austrittes schwindet, wird durch eine weiter unten mitzutheilende Beobachtung wahrscheinlich gemacht. Im Störe fand ich innerhalb des Keimbläschens einen consistenten Inhalt. Auch der Dotter ist in diesem Fische dichter und dunkler als in unsern Knochenfischen.

Der Keim ist vor dem Austritte des Eies auch schon vorhanden.

Sobald das Ei den Kelch verlassen hat, umhüllt es sich mit Eiweiss. Die Flüssigkeit, welche sich in der Höhle des Eierstocks befindet, muss also reich an Eiweiss seyn, und auch darin beurkundet es sich, dass in dieser Form des weiblichen Geschlechts-Apparates Eierstock und Eileiter nicht so wesentlich von einander geschieden sind, als in andern, indem die Höhlung des Eierstockes schon ein Geschäft ausübt, das in vielen Thieren dem Eileiter zukommt.

III. Das Laichen.

Nach Bloch und andern Schriftstellern sollte man glauben, die Fische hätten beim Laichen nichts anders im Sinne, als ihrer Bürde los zu werden. Ja, Bloch ergreift sehr oft die Gelegenheit, um es recht anschaulich zu machen, dass es nur ein Zufall ist, wenn die Eier befruchtet werden, indem die Milchner sich an denselben Steinen, Wurzeln oder Kräutern reiben, an denen sich die Rogner gerieben haben. Zu dieser Ansicht scheint Bloch vorzüglich dadurch verleitet, dass sehr viel von dem Laiche, den er beobachten wollte, keine Jungen auskriechen liess, sondern verdarb. Er suchte den Grund in mangelnder Befruchtung, aber gewiss mit Unrecht, denn schon das Weisserwerden der Eier giebt zu erkennen, dass sie in der Entwickelung abstarben, was nur zu oft begegnet. Alle Eier, welche ich untersucht habe, werden nicht so weiss, wenn sie gar nicht befruchtet waren, als wenn die Entwickelung begonnen hat und früh unterbrochen wird. Auch können die Züge, welche viele Fische vor dem Laichen machen, zu dieser Ansicht verleiten. Hier muss aber bemerkt werden, dass wenn die Fische ruhig hinter einander fortziehen, Ort oder Zeit noch nicht zum Laichen einladen.

Eine ganz andere Ueberzeugung gewann ich, als ich das Laichen von *Cyprinus Blicca* selbst beobachtete. Dieser Fisch ist nichts weniger als indolent dabei. Wenn das Wasser die erforderliche Wärme erreicht hat, so beginnt das Laichen in der Regel in der Nacht, wo die Luft merklich abgekühlt, das Wasser aber noch fast seine Wärme behalten hat. Es mehrt sich gegen Sonnenaufgang und verliert sich gegen 10 Uhr Morgens. Das Getümmel ist ausserordentlich gross. Die Fische verfolgen sich in dichtgedrängten Haufen, gewöhnlich ein Weibchen in der Mitte, das von einer

---

*) Nach Rathke hat der Kelch im *Blennius viviparus* nicht nur einen dünnen Stiel, sondern auch eine deutliche Narbe. (Rathke a. a. O. S. 4.)

Menge Milchner verfolgt wird. *) Sie schlagen sie heftig und man konnte bemerken, dass sie sogleich nach dem Schlagen die Bäuche gegen einander kehrten. Diess wäre denn der Moment, in welchem ein Theil des Rogens abgeht. **) Oft sieht man ein Männchen so eifrig in Verfolgung des Weibchens, dass es, wenn dieses von andern Männchen eng umgeben ist, sich über alle wegschnellt, und mit dem halben Leibe aus dem Wasser erhoben ist.

Der Eintritt des Laichens wird vor allen Dingen durch die Temperatur des Wassers bestimmt. Daher werden die flachen Stellen, besonders wenn sie nur geringe Communikation mit grössern Wassermassen haben, zuerst besucht. In dieser Hinsicht ist das seichte Becken bei Wehrdamm ganz ausgezeichnet. Später wurden einzelne Stellen des Pregels von laichenden Fischen derselben Art besucht, und zwar vom Ausflusse im Allgemeinen aufwärts nach der Quelle zu. Dieses geht in einer so bestimmten Reihenfolge vor sich, dass mir ein alter Fischer, den ich fragte, wo ich wohl eben gelegten Laich finden könnte, nachdem *Cyprinus Blicca* am Ausflusse des Pregels vor 2 Tagen und eine halbe Meile höher hinauf in der Nacht vorher gelaicht hatte, nach dem Wetter sich umsehend antwortete: „Wenn kein Gewitter kommt, so wird der Gieb (so nennt man hier *Cyprinus Blicca*) wohl in der kommenden Nacht am Festungsgraben bei Königsberg laichen.“ Seine Behauptung traf vollkommen ein. — Doch darf man nicht glauben, dass in einer Abtheilung des Flusses, in der heute eine bestimmte Art von Fischen gelaicht hat, morgen alles Laichen vorüber ist. Es wird vielmehr in derselben Gegend mehrere Tage hindurch, auch wenn das Wetter sich nicht ändert, gelaicht, aber an verschiedenen Stellen. Der Grund liegt darin, dass die Temperatur

---

*) Immer erhielt ich, wenn ich einen solchen Haufen mit dem Käscher auffangen liess, sehr viel mehr Milchner als Rogner, ja einst bei zweimaligem Schöpfen fünfzehn Milchner und keinen Rogner, womit ich nicht behaupten will, dass keine dagewesen sind, sondern nur die Ueberzahl der erstern nachweisen möchte.

**) Beobachter, die sich Mühe gaben, das Laichen der Fische genau zu sehen, erkannten mehr oder weniger das Aneinanderbringen der Geschlechtsöffnungen. So berichtet Argillander (Abhand. der Schwed. Akad. Bd. XV. S. 78) vom Hechte, nachdem er erzählt hat, wie der Rogner die Uferstellen sucht: „Das Männchen oder der Milchner folget ihm bald an der Seite, „so, dass die untern Oeffnungen, welche die Fische unter dem Bauche haben, (die ich ihre Geburtsglieder werde nennen dürfen) gleich neben einander sind. Da schaben sie einander eine Zeit lang mit den Seiten und beugen sich wechselsweise mit „dem untern halben Theile des Körpers, doch so, dass sie beständig dichte beisammen hängen, und hat es mir geschienen, als „wären sie mit den Schwänzen näher beisammen gewesen, als mit den Köpfen. Wenn sie dieses eine Zeitlang verrichtet haben, „so macht das Weibchen eine schnelle Wendung mit dem Körper nach dem Männchen, das Männchen thut eben dieses gegen das „Weibchen, so, dass sie mit den Bäuchen gleich neben einander liegen, und indem schlagen sie mit den Schwänzen, dass das „Wasser hoch herauftritt, welches alles sehr schnell geschieht, dabei thun sie einen kurzen Satz weiter vor, bei welchem sie „etwas von einander getrennt werden. Sobald nun das Weibchen wieder stehen bleibt, nimmt das Männchen von neuem seine vorige Stelle ein, und sie laichen alsdann wieder wie zuvor; dieses ihr Platschern, und ihre Bewegung das Ufer hinauf und hin„unter, wiederholen sie zehn bis zwölfmal, nachdem der Fisch gross ist.“ —

Die Lachse höhlen bekanntlich in kiesigem Flussboden Gruben aus, in welchen sie laichen. Nach W. Grant's Beobachtung findet in diesen Gruben eine längere Zeit hindurch eine wirkliche Paarung statt. Nachdem er berichtet, wie der Rogner die Grube ausgehöhlt hat, fährt er so fort: „Als die Vertiefung auf diese Art vollendet war, ging der Rogner „von da den Strom hinauf, kam aber in einer halben Stunde zurück und hatte den Rogner (soll heissen: Milchner) bei „sich. Sie legten sich beide in die Vertiefung, der Milchner krümmte sich in eine gewundene Linie, so dass er den „Rogner nur mit dem Kopfe und mit dem Schwanze berührte. Nachgehends wandten sie sich beide auf die Seite mit „den Schwänzen gegeneinander und dichte an einander. Indessen rieben sie sich gegen einander, zwei oder drei Secunden „lang und hielten Mittlerzeit Mund und Fischohren ausgespannt, und geöffnet, als einen Beweis ihrer venerischen Arbeit. Ob „ich aber gleich alle mögliche Aufmerksamkeit anwandte, so konnte ich doch nicht bemerken, dass sie Eier oder Milch ins „Wasser liessen. Gleich darauf ging der Milchner seinen Weg, der Rogner aber blieb zurücke, und fing wieder an in der „Vertiefung zu arbeiten, so dass er an ihrem obern Ende wieder zufüllte, was er vorhin ausgegraben hatte.“ (Abhand. der Schwed. Akad. Bd. XIX S. 145). Solche Berichte hat Bloch weder in den speciellen, noch in den allgemeinen Theil seines Werkes aufgenommen.

der verschiedenen Stellen sehr verschieden ist und also erst eine nach der andern den Wärmegrad erhält, der den Fisch zum Laichen bringt. Ich habe die Temperatur an verschiedenen Stellen des Pregels zu derselben Stunde untersucht und habe den Unterschied viel grösser gefunden, als ich in einer zusammenhängenden, noch dazu fliessenden Wassermasse erwartet hatte. Er betrug mehrere Grade. Am wärmsten fand ich diejenigen Uferstellen, wo sehr viel Wasserpflanzen wachsen, die, ohne die Oberfläche zu erreichen, so dicht stehen, dass sie fast eine Decke bilden, die die Sonnenstrahlen zurückwirft. Sie werden zuerst mit Laich gefüllt, besonders wenn ein Vorsprung, eine Binsenwand oder sonst ein Hinderniss das von oben kommende Wasser etwas abhält. Uferstellen, an denen das Gras oder andere Wasserpflanzen über dem Wasser hervorragen, sind sehr viel kälter. So lässt sich eine allmählige Gradation der Wärme auffinden. Am kältesten ist die Mitte des Flusses. Der Eintritt eines kälteren Wetters hemmt das Laichen sogleich und wenn die Abnahme der Temperatur bedeutend ist, so wird sie, besonders früh im Jahre, auch für die Brut sehr verderblich, um so mehr, je jünger diese ist. So fand ich einst bei Wehrdamm, nachdem das Wetter sehr warm gewesen war, dann aber ein starkes Gewitter Luft und Wasser sehr abgekühlt hatte, in einer Nacht über die Hälfte alles vorräthigen Laiches verdorben. Ich bin fest überzeugt, dass, wäre es nicht den folgenden Tag wieder wärmer geworden, nichts zum Auskriechen gekommen wäre. — So könnte man besorgen, dass eine plötzliche Abkühlung für eine gesammte Fischart zerstörend wirken könnte, wenn nicht ein zweites Bedingniss des Laichens diesem Einflusse die Waage hielte.

Die Zeit des Laichens wird nämlich zweitens bedingt durch die individuelle Entwickelung der Fische. Nur diejenigen Fische suchen die auf den Laichgrad erwärmten Plätze auf, bei denen die Eier die volle Reife erlangt haben. Da nun in jüngern Thieren der Lebensprozess kräftiger ist, so wird ihre jährliche Metamorphose und insbesondere die geschlechtliche Blüthe dieser Metamorphose früher herbeigeführt. Die jüngern Individuen laichen daher im Allgemeinen früher. Ist nun die Witterung abwechselnd, so erfolgt das Laichen absatzweise und auch ganz reife Eier werden lange zurückgehalten. Erhält sich aber die Witterung anhaltend, so laichen allmählig alle Fische derselben Art nach einander fort. Zu diesem Resultat haben mich meine diesjährigen, (1833) zahlreichen Züge auf dem Pregel und dem Hafe geführt. Dass zwischen den einzelnen Laich-Zeiten ein Zwischenraum von bestimmten Tagen wäre, wie nicht nur die hiesigen Fischer erzählen, sondern auch Bloch von vielen berichtet, ist ein entschiedenes Vorurtheil. Die Temperatur bestimmt diese Zeiten. So glaube ich, sind auch die grossen Züge zu verstehen, welche einige Fische in die Flüsse aufwärts unternehmen. Das Meer oder die Seen werden früher erwärmt, als ihre Geschlechtstheile die gehörige Reife erlangt haben. Sie schwimmen in den kühlen Strom, und jedes Individuum soweit, bis seine individuelle Entwickelung mit dem erforderlichen Wärmegrade des Flusses zusammentrifft. Ist diese Ansicht richtig, so würde daraus folgen, dass im Allgemeinen die grössern Individuen länger schwimmen, bevor sie laichen, was, wenn ich nicht irre, der Erfahrung entspricht.

IV. Bau des gelegten Eies.

Das Ei der Knochenfische besteht im Augenblick des Austretens aus folgenden Theilen:

1) Umgeben ist das Ei von einer Hülle von Eiweiss, die bei den meisten Fischen, z. B. den Karpfen-Arten, so dünn ist, dass man sie unter dem Mikroskope kaum erkennt — in den Barschen ist sie dicker. Um ihre ursprüngliche Dicke zu beobachten, muss man die Eier aus dem Leibe des Fisches unmittelbar in Eiweisshaltiges Wasser fallen lassen. Kommt das Ei in reines Wasser, so saugt das Eiweiss sehr rasch von diesem ein und schwillt auf. Noch rascher bekommt es eine Oberhaut. Das Eiweiss ist nämlich

ursprünglich ausserordentlich klebrig, weshalb die Eier an allen Gegenständen haften bleiben, die sie beim Herabfallen berühren. Ich habe den Versuch gemacht, dass das Vorbeistreichen an einer Nadel hinlänglich ist, um das Ei daran haften zu lassen. Die Klebrigkeit hört aber im Wasser sehr bald auf, indem die Oberfläche des Eiweisses, wo sie vom Wasser berührt wird, zu einer festen Oberhaut gerinnt. Hiernach ist diese äussere Haut des Eies eine später gebildete, sowie Purkinje sehr richtig bemerkt, dass auch das Eiweiss des Vogel-Eies überall sich mit einer Haut überzieht, wo es mit Wasser in Berührung kömmt. Eier, die man in eine Auflösung von Eiweiss fallen lässt, bleiben immer ohne diesen Ueberzug; im Wasser beginnt er sogleich sich zu bilden und ich zweifle nicht, dass Eier, welche sonst an Pflanzenstengeln ankleben, wenn sie zwischen den Blättern und Stengeln durchfallen und das Wasser eine nicht unbedeutende Tiefe hat, bei ihrer Ankunft auf dem Boden schon so viel Oberhaut haben, dass sie nicht mehr ankleben. Die äussere Eihaut ist aber nicht ganz formlos und gleichartig in sich. Sie enthält in den Karpfenarten, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, keine dunkleren Vorragungen, die ihr bei starker Vergrösserung ein zottiges Ansehn geben. Sie besitzt eine gewisse Dicke, denn man kann ein solches Ei von dem Stengel, an dem es klebt, ablösen, ohne dass dadurch immer das Ei geöffnet würde, obgleich immer die äusserste Schicht der äussern Haut nothwendig verletzt wird. Im Barsche ist diese Hülle noch sehr viel dicker und man sieht, dass die dunklern Flecken, die hier lang und schmal sind, in der äussersten Schicht sich befinden. Bekanntlich hängen die Eier des Barsches unter einander zu einem grossen Netze zusammen. Wo zwei Eier an einander kleben, fehlt diese äusserste Schicht oder Oberhaut, nicht aber die darunter liegende dicke Schicht von festem Eiweiss, und man kann also mit Recht sagen, dass sie mit einander verwachsen sind. Es ist wahrscheinlich, dass die Eier des Barsches im Innern des Eierstocks oder des Eileiters so zusammengepresst werden, dass sie an einander kleben, und dass während dieses Zusammenpressens das Wasser einen Zutritt hat, wodurch die Anheftung bleibend wird. Einen Gegensatz zu den Eiern des Barsches bilden die des Hechtes darin, dass sie äusserst wenig Eiweiss haben, welches gleich Anfangs zur Bildung einer Oberhaut verwendet wird, so dass sehr bald zwischen der Oberhaut und dem Dotter nichts als das eingesogene helle Wasser zu seyn scheint. So wenigstens fand ich die reifen aber noch nicht befruchteten Eier, die einem Hechte abgingen.

Die Dotterkugel ist von einem äusserst zarten Häutchen umgeben. Besonders in den kleinen *Cyprinus*-Arten ist sie so zart, dass das Mikroskop sie eigentlich gar nicht als selbstständig erkennen lässt, selbst wenn man das Ei zerreist; sie erscheint mehr als die äusserste etwas fester geronnene Schicht der Dottersubstanz. Bei dieser Weichheit scheint sie denn auch, wo der Keim ist, von diesem nicht getrennt. Am Hecht und Barsch ist sie schon etwas derber.

Der Keim liegt auf dem Dotter und nimmt in den Eiern von *Cyprinus Blicca* und vom Hecht, im Moment des Austritts, 1/4 von der Oberfläche des Dotters ein. Er ist in der Mitte dicker als am Rande, obgleich lange nicht so dick, wie er vermöge einer optischen Täuschung scheint, da seine Mitte etwas vorragt. Man überzeugt sich hiervon, wenn man das Ei von der entgegengesetzten Seite einschneidet und entleert. Der Keim ist in *Cyprinus*-Arten fester und derber als die Dottermasse und die Dotterhaut. Er ist ziemlich durchsichtig und wenn er in unsern Abbildungen dunkler gezeichnet ist, so geschah diess nur zur bessern Orientirung; weil er sich in den dunklern Embryo umwandelt, und weil er in gewissen Lagen unter dem Mikroskop wirklich dunkler scheint, worüber wir uns hier nicht ausführlicher auslassen wollen.

Die Dottersubstanz besteht aus einer Menge mannigfacher kleiner Massen in einer zähen Flüssigkeit. Jene Massen sind von sehr verschiedener Grösse, andere sind völlig durchsichtig, aber wieder von zweifacher Art, nämlich theils ganz farblos und nur an der Hülle kenntlich — wie Eiweisstropfen, theils

schwach gelblich mit eigenthümlichem Glanze und auf einer Glastafel leicht verfliessend — also ohne Hülle, mit Einem Worte: Oeltropfen. In den meisten Eiern sind es zerstreute Oeltropfen und zwar sehr kleine in *Cyprinus Blicca* und *Cypr. erythrophthalmus*, grössere und weniger zahlreiche im Hecht, wo sie die Peripherie des Keimes umgeben; *) zu Einem grossen Tropfen gesammelt im Ei des Barsches, Kaulbarsches und des Zanders. Schon wegen dieses Wechsels kann ich von dem Oelbläschen nicht die grosse physiologische Bedeutung erwarten, die man ihm zugeschrieben hat.

V. Entwickelung des Keimes bis zur Abgränzung des Embryo.

Das Ei hat, wenn es an der Stelle seiner Entwickelung angekommen ist, schon wegen des Anklebens nicht völlige Kugelgestalt. Im Verlaufe einer Stunde saugt es bereits so viel Wasser ein, als es einzusaugen im Stande ist, denn später ist die Zunahme der Grösse fast unmerklich für das gesammte Ei, obgleich die Dotterkugel allmählig etwas wächst. Während der ersten Stunde aber erlangt das Ei von *Cyprinus Blicca* den Durchmesser von 4/5 Linien, wovon die Dotterkugel nur etwas über die Hälfte einnimmt. Diese Zunahme kömmt also dem Eiweisse zu. Es ist jedoch noch nicht flüssig geworden und die Dotterkugel schwimmt also noch nicht in der äussern Eihaut. Da nun das ganze Ei an irgend einem Körper zufällig anklebt, so kann auch die Dotterkugel noch nicht eine bestimmte Gegend nach oben kehren. Es hat sich nämlich das Eiweiss, das ursprünglich die Dotterkugel umgab, in drei Lagen von verschiedener Consistenz geschieden. Die äusserste Schicht ist, wie wir früher hörten, zur äussern Eihaut geworden. Im Innern derselben wird das Eiweiss zuerst flüssig. Die innerste, die Dotterkugel zunächst umgebende, Schicht ist zwar weich und aufgelockert, allein es währt mehrere Stunden, bis sie ganz flüssig wird. So lange dieses nicht geschehen ist, zeigt ein gutes Mikroskop das innerste Eiweiss als eine unförmliche Masse, (Fig. 2. w) welche an irgend einer Stelle längere Zeit, meistens in der Nähe des allgemeinen Anheftungspunktes des Eies, weil hier am wenigsten Wasser eindringt, an der äussern Eihaut anklebend bleibt.

---

*) Nach Rathke sind im *Blennius viviparus* ursprünglich mehrere Oeltropfen, die während der Entwickelung zu einem Oelbläschen sich sammeln. In keinem der von mir untersuchten *Cyprinus*-Laiche fand ich einen gemeinsamen Oeltropfen. Aus diesem Grunde ist es mir sehr zweifelhaft, ob der Laich, den Carus untersucht und als von *Cypr. Dobula* in den Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie Heft III. abgebildet hat, einer *Cyprinus*-Art angehört. Man hat mir denselben Laich einmal gebracht, ohne angeben zu können, von welchem Fische er stamme. Die grosse Aehnlichkeit, die die einzelnen Eier mit den Eiern des Barsches haben, liessen mich vermuthen, dass er vom Kaulbarsch, *Perca* (*Atherina Cuv.*) *cernua*, komme, denn der Zandt, *Perca Lucioperca* laicht später. Nur der Umstand, dass der Kaulbarsch in wenigen Gegenden des innern Deutschlands vorkommt, macht mich zweifelhaft, weniger die Angabe von Bloch, dass er seinen Laich im Grunde der Gewässer an Sandhügel und andere feste Körper absetzt. Wäre ich gewiss, dass der Kaulbarsch bei Dresden vorkommt, so würde ich den von Carus beschriebenen Laich ihm zuschreiben. Carus konnte diese Embryonen nicht bis zur Ausbildung der Rückflossen verfolgen, allein die letzte Figur lässt schon eine in zwei Abtheilungen gesonderte Rückflosse vermuthen, und weicht zu sehr von meinen Abbildungen der *Cyprinus*-Arten dieser Bildungsstufe ab, um Identität der Gattung zu vermuthen. Vom Barsche habe ich nur aus der frühesten Zeit Abbildungen. Sie haben ungemeine Aehnlichkeit mit denen, die Carus giebt. Dass sowohl der Kaulbarsch als der Zandt einen Oeltropfen haben, sah ich an reifen, nicht gelegten Eiern. Diese hatten jedoch keine so dicke Hülle als die Eier des Barsches. Ich bin daher zweifelhaft, ob sie eine solche Hülle gar nicht bekommen, oder ob sie länger im Leibe verweilen müssen, um mehr Eiweiss zu erhalten und dann beim Austritte des Eies diese dicke Hülle sich entwickelt. — Sollte der von Carus beschriebene Laich nicht vom Kaulbarsche seyn, so möchte ich ihn dem Barsche selbst zuschreiben, obgleich dessen Laich sonst in Form eines grossen Netzes vorkommt und nicht in Klumpen. Auch meinen klumpigen Laich erhielt ich zur Zeit als die Barsche laichten, für welche ich Bestellungen gemacht hatte. Uebrigens giebt es zwei einander sehr ähnliche Arten von Barschen, die *Perca vulgaris* und *Perca fluviatilis* von Agassiz genannt werden (Isis 1829). Vielleicht gehört dieser Laich der ersten Art an? Aber Schäfer bildet ihn auch netzförmig ab.

Während das Wasser eingesogen wird, sieht man ziemlich regelmässig in der Mitte des Keimes einen hellen Kreis (Fig. 2. z.). Wenn um diese Zeit der Keim gerade unter dem Mikroskope liegt, so zeigt sich der Kreis von einem dunklen Saume umgeben und es hat das Ansehn, als ob der Keim mit einer *Area pellucida* in seiner Mitte versehen wäre, was um so mehr auffallen muss, als sehr bald diese scheinbare *Area pellucida* geschwunden ist, um nie wieder zu erscheinen. Wendet man aber das Ei, so erkennt man bald, dass der besprochene Kreis der äussern Eihaut angehört. Dreht man nämlich das Ei so weit, dass der Kreis ganz in den Rand der Ansicht kommt (Fig. 1. z.), so zeigen zwei von dem Kreise nach der Dotterkugel laufende, gegen einander geneigte Schatten, dass der Kreis der Eingang eines Trichters ist, dessen Spitze beinahe die Dotterkugel erreicht. Mit einer feinen Nadelspitze kann man in die Höhlung dieses Trichters eingehen. Indem das Eiweiss mehr Wasser aufnimmt, wird der Trichter flacher; schon nach zwei Stunden ist er wenig mehr kenntlich und bald darauf schwindet er ganz und mit ihm das Ansehn eines hellen Kreises in der Mitte des Keimes. Dieses Ansehn eines Kreises in der Keimhaut wird also durch die kreisförmige Mündung des Trichters hervorgebracht und dass der Kreis hell erscheint, kommt zum Theil wohl von der geringen Quantität des Eiweisses, durch welche das Auge an dieser Stelle zu sehen hat, zum Theil aber wahrscheinlich daher, dass der Keim eine kurze Zeit hindurch in der Mitte wirklich durchsichtiger ist. Wovon wird es aber bedingt, dass die äussere Eihaut gegen die Mitte des Keimes trichterförmig eingesenkt ist? Ich kann mir die Entstehung des Trichters nicht anders denken, als durch ein Hervordrängen des Keimbläschens durch die Mitte des Keimes, wie ich es im Frosch-Eie gesehen habe.*) Erfolgt dieses Hervordrängen während der Umhüllung mit Eiweiss, oder kurz vorher, so muss nothwendig an dieser Stelle sich weniger Eiweiss ablagern, als an der übrigen Oberfläche der Dotterkugel. Wenn nun das Keimbläschen platzt oder sich auf irgend eine Weise auflöst, die Dotterhaut sich also wieder verflacht, so muss die umgebende Schicht von Eiweiss hier eine Vertiefung haben, welche ansehnlicher wird, sobald das Eiweiss durch Aufsaugung an Umfang zunimmt, bis die äusserste Schicht, zur äussern Eihaut erhärtet, durch die Menge des aufgenommenen Wassers von dem innern Eiweisse völlig gelöst wird und eben deshalb die trichterförmige Einsenkung ganz schwindet. So kann, wie ich glaube, die vorübergehende trichterförmige Einsenkung der äussern Eihaut nachweisen, dass im Fisch-Ei die Geschichte des Keimbläschens dieselbe ist, wie im Frosch-Ei. Dass diese Deutung die richtige sei, scheint mir vorzüglich noch dadurch erwiesen, dass man zuweilen in reifen Eiern, die man aus dem Eierstocke auspresst, die Mitte des Keimes dünner und durchsichtiger sieht, auch wenn man das Ei in Eiweiss haltigem Wasser untersucht, wo sich kein Trichter bildet und von keinem Anschwellen des Eiweisses die Rede seyn kann. Diese Verdünnung, welche an den stark gefärbten Eiern des Störs am deutlichsten ist, möchte ich um so mehr dem An- oder Durchdringen des Keimbläschens zuschreiben, da sie bald schwindet und die Mitte sogar dicker erscheint.

Der Keim scheint nicht gleich, nachdem das Ei ausgetreten ist, zu wachsen. Wahrscheinlich muss das Eiweiss ganz durchdrungen seyn, bevor eine merkliche Zunahme des Keimes beginnt und dann rasch fortschreitet. So gehen etwa 3—4 Stunden hin, bis der Keim vollständig den dritten Theil der Oberfläche der Dotterkugel überzogen hat, obgleich er beim Austreten des Eies schon fast diese Grösse hatte. Drei Stunden später bekleidet der Keim schon fast die Hälfte von der Oberfläche des Dotters, zwei Stunden darauf schon mehr als die Hälfte, nach noch zwei Stunden 3/4, und nach neuen zwei Stunden, oder sieben Stunden nach dem Beginne des raschen Wachsthums, 10—11 Stunden nach dem Laichen, überzieht er

*) *De ovi mammalium et hominis genesi Fig. XXV.*

schon 5/6 des Dotters, so dass nur eine kleine runde Fläche unbedeckt bleibt, und das Ei, wenn dieser helle Kreis in der Mitte der Ansicht liegt, eine Narbe zu haben scheint. (Fig. 5.) *)

In der ersten Zeit des Wachsthums scheint der Umfang des Keimes dünner als die Mitte; allein wenn der Keim die Hälfte der Dotterkugel erreicht hat, ist sein Rand bestimmt dicker. Diess hat die Folge, dass wenn man den Keim ganz von der Seite sieht (Fig. 3.), er wie ein mit verdeckten Enden gegen den Dotter eingedrängter Halbring erscheint. Diese Ansicht entsteht nämlich dadurch, dass man durch den Keim hindurchsieht und ihn daher schwer unterscheidet, wo Dottermasse unter ihm liegt. Seine Wölbung über der Dotterkugel erscheint auf den ersten Anblick im Profil als Halbring. Man könnte verleitet werden, den Halbring für die erste Spur des Embryo zu halten, wenn man nicht durch mannigfache Drehung sich überzeugte, dass nirgends eine begränzte Erhebung oder Verdickung in dem Keime sich findet, und wenn nicht dieser Halbring sich in einen vollständigen Ring zu verwandeln schiene, sobald man das Ei so dreht, dass die Axe des Auges durch die Mitte des Keimes geht, möge nun diese dem Beobachter grade zugekehrt, oder grade abgekehrt seyn — (Fig. 5, obgleich aus einer spätern Zeit, kann in dieser Beziehung auch zur Verdeutlichung des Gesagten dienen).

Wenn der Keim grade die Hälfte der Dotterkugel überzogen hat, kann man leicht zu einem andern Irrthume verleitet werden, von dem ich mich einige Zeit nicht habe freimachen können, weshalb ich Andere auf ihn aufmerksam machen zu müssen glaube. Wenn man nämlich, nach der ersten Spur des Embryo's suchend, das Ei dreht, glaubt man zuweilen eine tiefe und ziemlich breite Furche über die Oberfläche der Dotterkugel verlaufen zu sehen, bei der man nicht umhin kann, an die Bildung der Rückenfurche zu denken. Allein schon der Umstand, dass man die Ansicht des oben erwähnten Halbringes nur an der Einen Seite der Furche hat, muss zweifelhaft machen. Das Wenden des Eies lehrt nun ferner, dass der Halbring nichts ist als die Seitenansicht des Keimes (vergl. Fig. 3,) und dass man die Furche am deutlichsten sieht, wenn der Rand des Keimes wie ein Meridian grade über der Mitte der dem Mikroskope zugekehrten Halbkugel verläuft. Unter günstiger Beleuchtung erkennt auch ein scharfes Auge an einem sehr zarten Striche den äussersten Saum des Keimes. Die Behandlung mit sehr verdünnter Salpetersäure macht diese Begränzung deutlicher, indem der gesammte Keim dunkler wird — zugleich ist aber auch die Furche verschwunden. Endlich machen senkrechte Durchschnitte durch das erhärtete Ei das ganze Verhältniss deutlich, das in Folgendem besteht. Der Rand des Keimes ist verdickt und deshalb in die Dottersubstanz wie ein dreikantiger Ring eingedrückt. Betrachtet man nun das Ei so, dass der Rand des Keimes grade der Linse des Mikroskopes zugekehrt ist, so sieht man durch die obere Fläche des Randwulstes hindurch. Allein die beiden andern, in einem stumpfen Winkel einander zugekehrten, Flächen sind weniger beleuchtet und werden eben deshalb sichtbar. Die Furche, die man sieht, ist also nicht in die Oberfläche der Dot-

*) Im *Blennius viviparus* umwächst der Keim den Dotter erst lange nach der ersten Bildung des Embryo's, (Rathke a. a. Orte) wie bei Vögeln und Eidechsen. Die *Cyprinus*-Arten stimmen dagegen mit den Fröschen überein. Beide Verhältnisse hängen also von der grössern oder geringern Masse Dotters ab. In den Lachsen scheint eine Mittelstufe zu seyn, denn was Baumgärtner für die erste Anlage des Kopfes hält, möchte ich, wenn die Abbildung Fig. 10 (der Tab. III. zu B.'s Beobachtungen über die Nerven und das Blut) genau ist, für den Umkreis des unbedeckten Endes halten. Die erste Anlage des Kopfes ist zwar sehr breit, aber nicht am kreisförmigen Umrisse, am wenigsten kann dieser Umriss auf die Mitte der Wirbelsäule stossen, sondern nur auf den äussern Rand der Rückenwülste. Wenn diese sich erheben, ist aber der Kopf fast in demselben Maasse schmäler geworden, wie man an Fischen durch Erhärtung, sehr viel deutlicher aber an Fröschen erkennt. Ueber diess zeichnet Baumgärtner eine Menge Oeltropfen am Umfange dieses Kreises. Es sind aber die Oeltröpfchen am häufigsten am Rande des Keimes und also auch um den unbedeckten Stellen des Dotters gelagert. Die Spitze an diesem Kreise halte ich für die Abgränzung vom hintern Ende des Embryo.

terkugel eingegraben, sondern es ist die Gränze zwischen dem Randwulste des Keimes und der Dottermasse — nur für diese letztere eine Furche, für den erstern aber eine nach innen gerichtete Erhabenheit.

Ich würde mich nicht der Gefahr aussetzen, durch die Ausführlichkeit in der Darstellung dieses Momentes undeutlich zu werden, wenn ich nicht wüsste, wie leicht durch dieses Ansehen einer Furche in einem grössten Kreise der Dotterkugel grade die genauern Beobachter verleitet werden können, das Beginnen der Embryonenbildung zu erwarten, wo keine ist, und wenn nicht diese Voraussetzung die Ansicht älterer Eier um so leichter unverständlich machte, als eben die erste Bildung des Embryo ungemein schwer zu erkennen ist. Freilich wird man aus seinem Irrthume gerissen, wenn man dasselbe Ei unter dem Mikroskope sich allmählig weiter entwickeln lässt. Hat der Keim 3/4 oder noch mehr von der Oberfläche des Dotters überzogen, so ist das Hineindrängen des Randwulstes vom Keime gegen den Dotter unverkennbar, und wenn nur noch der sechste Theil des Dotters unbedeckt bleibt, so wird hier der Dotter in einer merklichen Wölbung hervorgedrängt, ungefähr so wie die Hornhaut über die Wölbung des übrigen Auges vorragt (Fig. 4). Bis dahin hat noch kein Theil des Keimes eine eigenthümliche Umbildung zum Embryo erfahren.

Die unbedeckte Stelle des Dotters wird nur langsam verkleinert, wobei die Wölbung des Dotters eine Zeitlang immer stärker wird, so dass der letztere fast wie ein Pfropf vorragt, bis er endlich ganz überzogen ist. Es ist mir gelungen diesen Vorgang *ad minutissima usque* am *Cyprinus Erythrophthalmus* zu verfolgen. Doch will ich statt einer ausführlichen Darstellung nur bemerken, dass er vollkommen wie im Frosch-Eie erfolgt. — Im Augenblicke, wo der Keim von allen Seiten zusammenrückt, kann man wieder verleitet werden an das Dasein einer Rückenfurche zu glauben, indem man am Rande der betrachteten Hemisphäre einen Einschnitt sieht. Während der Bedeckung des letzten Dotterabschnittes verliert das Ei die Kugelgestalt und wird auffallend länglich.

VI. Entwickelung des Embryo im Eie.

§ 1. *Erste Abgränzung des Embryo's. Derselbe liegt ganz flach auf dem Dotter.*

Mit der vollständigen Ueberdeckung des Dotters beginnt bei den *Cyprinus*-Arten die gesonderte Embryonenbildung. Um dieselbe Zeit wird die Dotterkugel beweglich. Die Gegend des werdenden Embryo's sinkt dabei nach unten, wodurch die Untersuchung ungemein erschwert wird, da man nur vorübergehend den Rücken desselben nach oben bringen kann, indem man das gesammte Ei rasch unter dem Mikroskope wendet. Man muss sich also bemühen, die Dotterkugel von der äussern Eihülle zu entkleiden, um sie mit zwei Nadeln unter dem Mikroskope halten zu können. Bei der Weichheit des Dotters und seiner Bekleidung und dem geringen Abstande zwischen der Dotterkugel und der äussern Eihaut wird die erstere fast immer verletzt, wenn man diese öffnen will, denn schon die geringste Faltung der äussern Haut zerstört den Keim. Es gehört das Ausschälen des Dotters aus dem Ei der Karpfen-Arten während der ersten 24 Stunden zu den schwierigsten Operationen, die mir vorgekommen sind, und für welche ich mir besondere Methoden für das Zerreissen der äussern Eihaut habe einüben müssen. Sehr viel leichter erreicht man denselben Zweck an den Eiern des Barsches, wo man ohne Schwierigkeit ein Ei von dem andern dicht an den anklebenden Flächen mit einer guten Scheere trennt, und so mit Einem Schnitte sich eine weite Oeffnung in die äussere Hülle macht. Ich möchte daher Denen, welche die erste Bildung des Fisch-Embryos genau betrachten wollen, rathen, sich vorzüglich um Barschlaich zu bemühen, wenn nicht vielleicht die Eier des

Lachsgeschlechtes, die mir nicht zu Gebote standen, noch bequemer und instructiver sind. Indessen führt Ausdauer auch beim Güster zum Ziel, besonders wenn man früher schon Barschlaich zu untersuchen Gelegenheit hatte. Ich zweifle nicht, dass das Erste, wodurch die Bildung des Embryo's sich ankündigt, bei allen Fischen, wie bei den Batrachiern eine abgränzende Einsenkung am Kopfende ist, obgleich ich diesen Moment bisher nur an den Eiern von *Cyprinus Erythrophthalmus* erkennen konnte. Das Erste, was ich in andern Eiern von *Cyprinus*-Arten und am Barsch deutlich erkannte, ist eine sehr breite und seichte Furche. In ihrer Mitte drängt ein schärferer Kiel gegen den Dotter hinein. Nur ein Paar Mal glaubte ich eine der Furchenbildung vorgehende mittlere Verdickung der Länge nach durch den Keim laufen zu sehen (den Primitivstreifen), aber ganz ausserordentlich undeutlich, wegen der grossen Zartheit und Durchsichtigkeit der Masse des Keimes. Ich vermuthe, dass diese mittlere Verdickung mehr nach dem Innern des Eies vorragt, wie es beim Frosche der Fall ist. Aber auch wenn die Furche als Anfang der Rückenfurche bestimmt schon da ist, wird es doch ungemein schwer, sich zurecht zu finden, wenn man nicht mancherlei Embryonen und namentlich Batrachier in der ersten Bildung beobachtet hat. Die Furche ist nämlich ungemein breit und seicht und ihre Seitenränder sind noch sehr wenig hervorgehoben, indem die Rückenwülste (wie ich jetzt lieber statt Rückenplatten sage) noch fast die ganze Breite des Eies einnehmen *) und erst allmählich schmaler und höher werden, ein Verhältniss, das ich bald durch sehr detaillirte Abbildungen von Frosch-Eiern hoffe deutlich machen zu können.

§. 2. *Die Rückenwülste erheben sich.*

Die Form, welche Fig. 6 darstellt, ist schon mehr ausgebildet. Die Rückenwülste springen ziemlich stark vor. Man erkennt sie aber nur deutlich, wo sie vorn am Ei herablaufen, nicht so wie sie sich über die dem Mikroskope zugekehrte Fläche der Dotterkugel hinziehen. Ihre grosse Durchsichtigkeit macht sie hier schwer kenntlich. Nur indem man das Ei in einer bestimmten Richtung dreht und der vordere Ausschnitt mit seinen beiderseitigen Spitzen bald enger, bald breiter erscheint, kann man daraus folgern, dass über das Ei eine Furche mit erhabenen Seitenrändern verläuft, die nach hinten seichter, nach vorn tiefer ist, dann aber in den breiten Kopf sich verliert. Einen dunkeln Schatten sieht man jedoch über das Ei verlaufen, welcher nicht sowohl die Furche selbst ist, als ein Einsprung der untern Fläche des Keimes gegen die Dottermasse. Die Rückenwülste selbst, die man wegen ihrer Durchsichtigkeit auf der Wölbung des lebenden Eies nicht sieht, werden deutlich, wenn man den Keim durch schwache Säuren langsam erhärtet.

Indem die Rückenwülste schmäler werden und allmählig an den innern Rändern sich zu erheben anfangen, erkennt man in der Tiefe der Furche die sehr zarte **Wirbelsaite**. Ich habe sie einmal im Werden oder Abgränzen zu beobachten Gelegenheit gehabt. An einem wenig gefärbten Eie erkannte ich nämlich die zarte Spur der Wirbelsaite — sie war noch sehr kurz. Im Verlauf von 10 Minuten war sie schon in der ganzen Länge des Embryo's kenntlich. Um die Wirbelsaite von den beiden Schatten zu unterscheiden, welche die Wände der Rückenfurche geben, muss man das Ei drehen, wobei es sich ergiebt, dass jene in der Tiefe liegt.

---

*) Diese Bildungsstufe ist an Barsch-Embryonen deutlicher als an denen von *Cyprinus;* da ich aber nur *Cyprinus Blicca* auf der beiliegenden Tafel abbilden wollte, so habe ich lieber gar keine Darstellung von dieser Stufe gegeben.

Die Gränzen des Embryo's werden allmählich kenntlicher. Er umgiebt der Länge nach 2/3 von der Peripherie der Dotterkugel.

Das Ei ist, wenn der Rücken sich dem Schlusse nähert, sehr schmal.

§. 3. *Tiefe Rückenfurche.*

Funfzehn Stunden, nachdem der Keim angefangen hatte zu wachsen, also etwa neunzehn nach dem Legen des Eies, bildet der Embryo einen Meridian oder Ring um die Dotterkugel, welcher 4/5 ihres Umfangs einnimmt (Fig. 7 und 8). Die Rückenwülste treten stark hervor und lassen zwischen sich eine tiefe Furche. Nur an der Spitze des Kopfes ist diese Furche ein überdeckter Kanal (Fig. 8 a). Aber auch weiter nach hinten geht ein sehr dünnes Häutchen über dieselbe weg, so dass ich Anfangs verleitet wurde, schon um diese Zeit den Rückenkanal für geschlossen zu halten, obgleich die Rückenwülste noch von einander abstehen. An den Eiern von *Cyprinus Erythrophthalmus* habe ich aber den Vorgang richtig erkannt. Wenn die Rückenwülste sich mehr erheben und namentlich ihre inneren einander zugekehrten Wandungen sich senkrecht stellen, hebt sich eine dünne Oberhaut von der ganzen Wand des Kanals ab. Unter diesem Oberhäutchen gleiten die Rückenwülste weg, einander entgegen rückend, und wenn sie unter sich verwachsen, löst sich die hervorgestossene Oberhaut auf. — Das abgestossene Häutchen nun halte ich für analog der Dotterhaut im Vogel-Eie, die ja auch nichts anderes als eine Oberhaut des Keimes ist und nur dadurch sich unterscheidet, dass sie über der Mitte des letztern sich schon viel früher löst, wenn sie auch am Umfange lange haftend bleibt. Denkt man sich im Fisch-Eie, wo alle Theile weicher und ungeformter sind, dasselbe Oberhäutchen weniger in sich erhärtet und deshalb nachgiebiger, so darf man sich nicht wundern, wenn es sich an Stellen löst, die eine eigenthümliche Umbildung erfahren, an andern aber anhaftend bleibt. Auch ist diese Gegend nicht die einzige, wo sich schon eine Oberhaut löst. Vielmehr sieht man auf der entgegengesetzten oder Bauchseite des werdenden Thiers, wo Kopf und Schwanzende nicht weit von einander aus der allgemeinen Wölbung hervortreten, eben dadurch die Oberhaut abgehoben (Fig. 7). Wenn sie etwas weiter absteht als gewöhnlich, so erkennt man auch mit Bestimmtheit in dieser Gegend, dass der Keim, wo er zur Seitenwand des Leibes wird, in zwei Schichten, eine innere dem Dotter zunächst liegende plastische, und eine äussere, für die animalischen Theile des Leibes gesondert ist. Dass an dem Embryo selbst diese Sonderung noch weiter vorgeschritten ist, versteht sich von selbst.

Im Uebrigen wüsste ich wenig aus dieser Bildungsstufe zu bemerken, was nicht schon die Ansicht der beiden Abbildungen 7 und 8 lehrte. Das Ei ist seitlich zusammengedrückt. Eine Folge davon ist, dass es jetzt am häufigsten eine Seitenfläche nach unten kehrt und der Embryo also am Rande der von oben sichtbaren Fläche erscheint. Im Kopfe kann derjenige, der die Entwickelung der Batrachier genau verfolgt hat, mit ziemlicher Bestimmtheit drei Regionen unterscheiden, von denen nur die vorderste geschlossen ist. Schaut man in die noch geöffneten Hirnzellen hinein, so glaubt man deutlich zu erkennen, dass seitlich schon ein Theil der Wand als Grübchen nach aussen drängt, — die erste Spur der Hervorstülpung des Auges.

§. 4. *Schluss des Rückens. Der Embryo liegt wurmförmig um den Dotter.*

Vor dem Ende des ersten Tages ist der Rücken geschlossen und die Wirbeltheilung hat begonnen. Man kann unsere 9. und 10. Abbildung, als die eines vier und zwanzig stündigen Embryo's betrachten. Der Embryo umgiebt wenigstens 5/6 vom Ei als ein stark hervorgehobener Ring. Die Wirbeltheilung ist deutlich.

Wie beim Vogel erscheint sie nach hinten zu später als im vordern Theile des Rückens. Die Wirbelsaite ist sehr verstärkt, aber von oben wegen der übergelagerten Theile wenig deutlich. Desto deutlicher ist die Höhlung des Rückens oder der Rückenmarkkanal, in den man von der Rückenseite vom vordern Ende des Embryos, wo dieses sich herabbiegt, durch die Decke hindurch hineinsieht. Man erkennt deutlich, dass der Kanal nach unten eine schärfere Schneide bildet als nach oben. Ob das Rückenmark als inneres Blatt der Rückenwülste sich von deren äusserem Blatte, das zu Wirbelschenkeln und Muskeln wird, schon abgeblättert hat, ist nicht kenntlich, wohl aber sieht man, dass dieses Rückenmark, wenn es schon gesondert da ist, freilich mit Einschluss seiner Haut, eine Röhre bilden muss *).

Der Kopf, welcher ziemlich die Länge des Rumpfes hat, lässt die Abtheilungen durch stumpfe Vorragungen erkennen, erzeugt durch ursprüngliche Hirnblasen (Fig. 9). Das Auge ist von der Seite schon sehr deutlich als eine längliche durchsichtige Vorragung der mittleren Hirnblase zu bemerken. Um die Art, wie es sich hervorstülpt, näher kenntlich zu machen, geben wir aus einer etwas früheren Zeit in Fig. 11 eine Ansicht von oben. Die dritte Hauptabtheilung des Hirns, oder das sogenannte kleine Hirn ist noch nicht geschlossen, und von hier an nach hinten zu verlaufend steht die Rückenfurche als eine tiefe Rinne mit fast senkrecht gestellten Seitenwänden noch offen, ist jedoch dem Schlusse sehr nahe. Die mittlere Region des Hirns, der sogenannte Vierhügel, dagegen ist schon geschlossen und eben so die vordere. Aus dieser letztern hat sich eine vorderste Spitze (a) hervorgeschoben, welche den sogenannten Hemisphären im Hirne der Säugethiere entspricht, in den Fischen aber immer klein bleibt und sich zuletzt in die Massen verwandelt, welche man gewöhnlich Riech-Ganglien nennt. Um diese Zeit scheint die Spitze einfach. Später aber bildet sich von vorn her in der Mittelebene eine Einfaltung, die ich ihrer Kleinheit ungeachtet für entsprechend dem Einschnitte zwischen den Hemisphären des Säugethier- und Vogel-Hirnes halte. Durch diese mittlere Einfaltung wird dieser vorderste Hirnabschnitt in zwei Kammern getheilt. Denn dass beide Abtheilungen hohl sind, glaubte ich nicht nur an Embryonen, während sie im Eie sind, zu erkennen, sondern ich habe die Höhlungen auch im Hirne von Embryonen, die mehrere Wochen ausser dem Eie lebten, blos gelegt und mit der grössten Bestimmtheit gesehen, wenn das Fischchen vorher in Weingeist erhärtet war. In jeder Kammer ist dann ein ansehnliches vorragendes Ganglion, das wohl nichts anderes sein kann, als der gestreifte Körper — und eben deshalb kann ich gar nicht umhin, in dieser kleinen Abtheilung des Hirns die vordere Hemisphäre zu erkennen.

Diese vorderste Hirn-Abtheilung ist aber in der frühen Zeit, die wir hier zunächst betrachten, nur eine unmittelbare Verlängerung der darauf folgenden und beide zusammen bilden, wenn ich nicht irre, nur einen Haupt-Abschnitt des Hirns, wie ich dieses schon im Vogelhirn gesehen habe. Die zweite Abtheilung des ersten Abschnitts (c) ist dasselbe, was wir in Säugethieren die dritte Hirnhöhle nennen. Aus ihr sind nun in unserer Abbildung die Augen grade im Hervorstülpen begriffen und zwar so, dass der hintere Theil mehr hervorgestülpt und schon etwas abgeschnürt ist, während der vordere noch ganz im Hervorstülpen sich befindet. In d ist die Zelle des Vierhügels **).

*) Die Form des Rückenmarks, welche Rathke aus *Blennius viviparus* als aus zwei Strängen bestehend (Fig. 8. 15) beschreibt, ist ohne Zweifel eine spätere, und dass diese Stränge auch an der untern (Bauch-) Fläche getrennt gewesen seien, ist gegen alle Analogie. Da hier die Wand des Rückenmarks dünn ist, so sieht es allerdings in einer spätern Zeit fast so aus, als ob das Rückenmark auch hier getheilt wäre.

**) Man erlaube mir die für alle Demonstrationen der Entwickelungsgeschichte höchst unbequeme Benennung der Vierhügel im Singular zu brauchen.

Gleich nachdem die Rückenfurche geschlossen und in einen Kanal umgewandelt ist, sah ich zuweilen das erste Hervorstülpen des Ohrs — aber so wenig noch zur Seite hervortretend, dass dadurch die Seitenwand noch nicht verdünnt oder blasig hervorgetrieben war, und man das Ohr nicht in der Ansicht von der Seite erkannte, wohl aber in der Ansicht von oben durch eine isolirte Erweiterung des hintersten Haupt-Abschnittes des Hirns. Es ist nicht möglich, dergleichen erste Anfänge zu zeichnen. Man bildet sie entweder zu deutlich, mithin falsch ab, oder man lehrt nichts wenn man der Natur getreu bleiben will.

§. 5. *Der Embryo ist noch wurmförmig; der Kopf wird kürzer als der Rumpf.*

In einer spätern Zeit ist dagegen das Ohr ganz deutlich auch von der Seite zu sehen (Fig. 12). Seine Entfernung vom Auge könnte auffallen, wenn man dieses Verhältniss nicht aus andern Embryonen kennte. Und doch sind die Abtheilungen des Kopfes schon etwas zusammengerückt und das Ganze ist kürzer als der Rumpf. Besonders hat sich die Decke der dritten Hirnkammer erhoben. Die vorderste Hirnabtheilung (die Hemisphären oder gewöhnlich so genannte Riechknoten) sieht kürzer aus, was ohne Zweifel daher rührt, dass sie durch die stärkere Erhebung des darauf folgenden dritten Ventrikels mehr abschüssig gegen den Dotter gerichtet wird. Die Augen sind stark hervorgetreten und haben die Seitenwände nach aussen getrieben. Ich glaubte die erste Anlage der Bauchplatten zu erkennen und das vorderste Ende des werdenden Kiemenwulstes etwas hervorgehoben zu sehen, was später, wenn das Ei andere Formen annimmt, nicht mehr möglich ist. Der Rücken des Embryo ist sehr stark aus dem Eie hervorgehoben. Die Wirbeltheilung, die in der vorhergehenden Form senkrecht auf der Längen — Axe des Embryo stand, fängt an sich etwas nach hinten zu richten. Von der Seite sieht man auch, dass die zarten Wirbel sich nach oben als Wirbelschenkel verlängern.

§. 6. *Der Embryo mit dem Dotter wird birnförmig.*

In der zweiten Hälfte des zweiten Tages verändern Ei und Embryo ihre Gestalt sehr bedeutend, indem das Ei, vorn breiter und hinten schmaler werdend, eine birnförmige Gestalt annimmt. Den Embryo könnte man mit einer Raupe vergleichen, die sich an diese Birne eng angedrückt hat, wenn nicht das vorderste Ende des Embryo schon sehr deutlich die Kopfbildung der Wirbelthiere zeigte. Hierin aber liegt das Wesentliche der Veränderung. Ueberblicken wir nämlich die bisherige Ausbildung, so ist es nicht zu verkennen, dass zuvörderst das Ei, wie alle Eier in seiner abgeschlossenen, in sich aber indifferenten Kugelgestalt erschien; die lebendige Haut des Eies, die wir Keim nennen, wuchert zum Embryo aus. Ei und Embryo sind ursprünglich Eins, aber bei weiterer Entwickelung wird der Embryo immer mehr different vom übrigen Eie und in dieser Beziehung kann man sie auch als Gegensätze innerhalb einer Einheit betrachten. Der Embryo ist bis dahin das Beherrschte. Nicht nur äusserlich giebt er das Bild eines um das Ei gelagerten Schmarotzers, sondern auch in tiefern Verhältnissen, denn gleichmässig ausgestreckt muss er sich der Form des Eies fügen, die nur wenig durch Verlängerung oder seitliche Abplattung von der Kugelgestalt abweicht. Die Umänderung in der zweiten Hälfte des zweiten Tages wird aber eben dadurch bedingt, dass der Embryo der eigenen Anlage folgend aus den gleichmässigen morphologischen Elementen seines Leibes heterogene Abschnitte bildet, und die übrigen Eitheile dieser Umänderung folgen müssen. Es hat, mit Einem Worte, der Embryo die Herrschaft in der Bildungsgeschichte erlangt.

Indem sich nun sein vorderer Theil — der Kopf — zusammenschiebt, wird auch das übrige Ei hier verkürzt und der Dotter weicht zur Seite aus. So wird das Ei nicht nur in der vordern Hälfte breiter,

sondern auch an der vordersten Fläche fast ganz abgeflacht. Nach hinten zieht es sich dagegen in die Länge aus, indem hier die Wirbelsäule des Embryo immer mehr auswächst. Da aber der Embryo aus seiner gekrümmten Lage sich noch nicht grade gestreckt hat, so ist die Gestalt des Eies die einer gekrümmten Birne (Fig. 13). Das hintere Ende des Embryo ist in Form eines kurzen, kaum $1/12$ des Ganzen betragenden, noch nicht deutlich in sich gegliederten, Schwänzchens über den Dotter hinaus gewachsen. Die Wirbeltheilung ist mit Ausnahme des Kopfes und des Schwanz-Endes deutlich. Wie bei andern Embryonen bildet der Uebergang des Rückens in den Kopf fast einen rechten jedoch abgerundeten Winkel; der vorderste Theil des Kopfes ist noch mehr übergebogen und läuft fast zurück; vordere und mittlere Hirnabtheilung haben sich erhoben. Die obere Wand des Hirns bekommt der Länge nach eine mittlere Einsenkung. Die Augen sind aus der entsprechenden Hirnzelle ganz hervorgetreten und etwas nach unten gerückt. Die Bauchplatten werden besonders durch Säuren deutlich. Die Rückenplatten lassen eine untere horizontale und eine obere aufsteigende Hälfte unterscheiden. Die Wirbelsaite ist ein durchsichtiger starker Strang.

Durch das weitere Hervortreten des Schwanz-Endes wird das zarte Oberhäutchen noch mehr abgehoben. Später sieht man es nicht mehr. Ich vermuthe daher, dass es zerreisst, und dass die zerrissenen Fetzen bei der grossen Zartheit und Weiche bald schwinden. Hiernach würde, da wir diese Oberhaut der Dotterhaut anderer Thiere gleichsetzen, in den Fischen der entsprechende Ueberzug nur theilweise abgehen, vielleicht von den Seitentheilen des Embryo gar nicht, was nicht auffallen kann, da bei der Weichheit, die diese Oberhaut in den Fisch-Embryonen hat, sie nicht einmal physische Selbstständigkeit (Festigkeit) genug erhält, um abgestossen zu werden. Nur wo sie durch besondere Gestaltungen der Oberfläche, wie an der Rückenfurche und in dem Winkel zwischen Bauch und Schwanz von der Unterlage entfernt wird, muss sie schwinden, weil sich eine neue Schicht ausgesonderten Stoffes ohne Contiguität mit ihr bildet.

Das Ei lässt sich um diese Zeit, weil es an Festigkeit gewonnen hat, viel leichter aus seiner Hülle nehmen. Das Eiweiss ist bis auf einen ganz kleinen Rest vollkommen flüssig.

Mit dem Schlusse des zweiten Tages sieht man den Embryo schwache Bewegungen in Form von Zuckungen machen.

§. 7. *Der Embryo wird retortenförmig.*

In der ersten Hälfte des dritten Tages gewinnt das Ei die Form einer Retorte. Der Bauch des Embryo besteht nämlich aus zweien Abtheilungen, von denen die vordere die Form einer nach der Seite breitgewordenen Hohlkugel, die hintere die Gestalt einer gekrümmten Röhre hat (Fig. 14 und 15). Der Embryo ist nämlich noch immer sehr stark gekrümmt. Der Schwanz ist mehr verlängert, bis auf ein $1/6$ von der Gesammtlänge des Embryo (in unserer Abbildung etwas weniger) und hat beim Heranwachsen eine kleine Hautfalte als Flosse hervorgezogen, die an seiner untern Schneide sitzt. Der Rücken des Embryo ist etwas weniger gekrümmt, der Kopf aber noch stark übergebogen; der Uebergang ist jedoch sehr allmählig, obgleich die Axe des Kopfes mit der Axe des Rückens einen spitzen Winkel bildet. Eben deshalb ist die Ansicht von oben wenig instructiv. Man sieht aber doch aus unserer Abbildung (Fig. 14), wie sehr sich der Kopf aus der Fläche des Eies hervorgehoben hat. Doch wird die wachsende Herrschaft des Embryo auch darin kenntlich, dass die vordere und weitere Hälfte des Bauches von vorn, wo die Bauchplatten rascher sich fortbilden, mehr zusammengepresst ist, als nach hinten. In der vorigen Form wäre dieses Verhältniss umgekehrt, weil das Zurückdrängen des Kopfes offenbar der Grund war, warum das Ei sich hier abplattete. Das vorderste Ende des Kopfes ist aber auch jetzt noch so stark eingedrängt, dass es fast unmöglich wird,

diese Region ohne Entleerung des Dotters mit einiger Genauigkeit zu sehen. Doch glaube ich behaupten zu können, dass noch kein Unterkiefer von einiger Selbstständigkeit da ist. Die Grundlage desselben, der entsprechende Theil der Bauchplatte, kann freilich nicht fehlen. Auch der Kiemenwulst hat noch sehr wenig Selbstständigkeit.

Dagegen ist schon die Trennung des animalischen und vegetativen Blattes am vordern Ende des Leibes sehr auffallend und so die Bildung des Herzens eingeleitet*). — Dass das Hirn näher zusammengerückt ist, zeigt der geringer gewordene Abstand des Ohrs vom Auge. Die vierte Hirnhöhle erscheint jetzt weit geöffnet und fast ganz ohne Decke, obgleich früher nach langsamer Erhärtung durch verdünnten Weingeist auch hier eine dünne Decke sichtbar schien. Ich muss daher glauben, dass in den Fischen eben so wie ich beim Vogel beobachtet habe**), bei der Sonderung des Markblattes von seiner Hülle die zarte Bedeckung der vierten Hirnhöhle, die ursprünglich ohne Markkügelchen sein, oder nur wenige enthalten mag, sich von der Hirnmasse sondert. Auch die dritte Hirnhöhle (d. h. der Raum vor dem Vierhügel) reisst auf, was in der nächstfolgenden Form deutlicher wird.

Das Ganze hat merklich an Länge gewonnen. Der Embryo macht von Zeit zu Zeit plötzlich Krümmungen, als ob er von electrischen Schlägen getroffen würde. — Die äussere Eihaut muss dünner oder weicher geworden sein, denn sie ist leichter zu zerreissen als früher.

§. 8. *Der Embryo streckt sich grade aus.*

Schon vor der Mitte des dritten Tages gewinnt der Embryo rasch ein sehr verschiedenes Ansehn, besonders scheint er an Länge zuzunehmen, indem er theils sich grade streckt, theils aber wirklich in seinem hintern Ende schnell wächst. Freilich liegt er nicht grade im Eie, sondern ist daselbst stark gekrümmt und macht lebhafte und mannigfaltige Bewegungen, sobald man das Ei berührt. Von seiner Hülle befreit liegt er aber ausgestreckt und ruht, wenn er nicht berührt wird, wie betäubt.

Nehmen wir einen Embryo, dessen Schwanz 1/4 von seiner Gesammtlänge beträgt, als Repräsentanten dieser Bildungsstufe, so ist der Embryo weniger als zwei Linien lang und hat eine Form, die zwischen unserer Fig. 15 und Fig. 16 in der Mitte steht. Mit dem Gradestrecken des Rückgrats ist ein gleichzeitig rasch fortschreitendes Zusammenrücken der Hirntheile verbunden und beide Vorgänge zugleich sind es, welche so auffallend das äussere Ansehn des Embryo verändern. Der Schwanz zeigt doch noch eine geringe Krümmung nach unten. Die Krümmung des Kopfes ist bei verschiedenen Individuen, die übrigens auf derselben Bildungsstufe zu stehen scheinen, sehr merklich verschieden. Doch ist das Zusammenrücken der Kopftheile und das damit verbundene zunehmende Einknicken der einzelnen Hirn-Abschnitte immer sehr auffallend.

Das rasche Vorwärtsrücken des Ohrs, welches jetzt nicht bloss als heller Kreis, von der Seite gesehen, kenntlich wird, sondern auch wirklich vorragt, beweist den bedeutenden Betrag dieses Zusammenrückens. Im Innern des Ohres sieht man die Steinchen in Form von zwei kleinen Pünktchen entstehen.

Das Auge, welches bisher völlig ungefärbt war, fängt an, eine leichte Trübung in der Iris und einen Einschnitt am untern Rande derselben, von der nach Innen gehenden Faltung, zu zeigen.

Die Nasengrübchen sieht man zuweilen ungemein schwach angedeutet.

*) Vergl. zur Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion Bd. I S. 28.

**) Eben das. S. 75.

Das Hirn glaube ich, obgleich es nicht eine halbe Linie lang ist, doch deutlich in seinem Baue erkannt zu haben. Wie bei allen Embryonen wächst während der starken Umbeugung des Hirnes die Zelle des Vierhügels am stärksten. Indem nun der Kopf sich grader zu strecken anfängt und das Hirn dadurch mehr zusammengeknickt wird, drängt die Vierhügel-Zelle gegen die benachbarten Theile. Die zwischenliegenden Verschnürungen werden nicht nur stärker markirt, sondern das kleine Blättchen oder die schmale Queerbinde, die vor der übrigens deutlich offenen vierten Hirnhöhle liegt (die erste Anlage des kleinen Hirns), wird sogar überdeckt. Eben dadurch werden die Seitenwände dieser Höhle, (wie auch in andern Thieren) nach der Seite in zwei flügelförmige Verlängerungen hervorgetrieben, indem nämlich die obern Rückenmarksränder, nachdem sie sich vorher weit auseinander gelegt haben, sich hier sehr scharf einknicken müssen, um in die Queerbinde zu gelangen, die als Repräsentant des kleinen Hirns sich zeigt *). Der Vierhügel hat eine mittlere Einsenkung, die mir jedoch keine vollständige Spaltung zu sein schien. Die Gründe, warum ich eine mittlere Einfaltung, aber keine Spaltung gesehen zu haben glaube, bestehen kürzlich darin, dass man bei vorsichtiger Erhärtung des Hirnes wohl ein der Länge nach in die Höhlung herabragendes Markblatt erkennt, die untere Schneide desselben mir aber nie doppelt erschien, wie ich auch den Embryo wenden mochte. Diese Einsenkung der Vierhügeldecke hat also wahrscheinlich die Form, wie die Sichel der harten Hirnhaut im Menschen. Die Zelle des dritten Ventrikels ist dagegen vorn, wo sie an die vordere Hemisphäre stösst, geöffnet und die Oeffnung ist deutlich kreuzförmig mit zwei längern Spitzen nach vorn und hinten und zwei kürzern nach der Seite. Nur hierin weicht diese Oeffnung etwas von der im Huhn beobachteten ab.

Der Bauch hat sich gestreckt, doch ist ein vorderer Abschnitt immer noch viel weiter als ein hinterer. Jener nimmt etwa 3/5, dieser 2/5 der Länge ein. Ein weiter Sack füllt diese Höhle fast ganz aus. Bisher habe ich es vermieden diesen Sack, der die Dottermasse einschliesst, mit einem bestimmten Namen zu bezeichnen, weil mir ein Moment in der Untersuchung entgangen ist, die Zeit nämlich, wenn sich der Darm von dem Dottersacke abschnürt. Es wird passend sein, den Leser hier aus einer spätern Zeit über das, was in Hinsicht der Darmbildung gewiss und was noch zweifelhaft ist, zu orientiren. —

Der lange mit Dottermasse gefüllte Sack also, den man in Fig. 16 und 18 den grössten Theil der Bauchhöhle einnehmen sieht, und der noch nach dem Ausschlüpfen aus dem Eie einige Zeit sichtbar bleibt, obgleich er immer an Weite abnimmt, ist nicht etwa eine allmählig in den Darmkanal sich ausspinnende verdauende Höhle, wie in den wirbellosen Thieren gewiss die von der Schleimhaut umschlossene innere Höhlung des Eies sich in den Verdauungskanal auszieht, sondern ein **Dottersack** **). Ein Paar Tage nach dem Ausschlüpfen des Fischchens ist dieses Verhältniss so deutlich, dass man darüber nicht in Zweifel sein kann. Der Darmkanal ist so weit, der Dottersack so klein, dass man beide neben einander liegen sieht, theils durch die Bauchwand hindurch, theils indem man diese vorsichtig ablöst. Geht man aber zurück auf die ersten zwei Tage nach der Enthüllung, so kann man, obgleich das Fischchen durchsichtiger ist, keinen Darm zwischen der Wirbelsäule und dem Dottersacke liegen sehen. Indessen ist ein Darm da, er wird aber durch den Dottersack so gegen die Wirbelsäule gedrängt, dass man ihn nur in seinem

---

*) Diese Seitenflügel sind es wohl, welche die kreuzförmige Figur erzeugen, die **Rathke** Taf. 1 Fig. 3 des genannten Werkes abgebildet hat. Nur weiss ich nicht, ob die ununterbrochene Durchführung der Mittellinie nach vorn ganz treu ist. Ich konnte wenigstens in *Cyprinus*-Arten keine mittlere Einsenkung oder Spaltung in jener Queerbinde des kleinen Hirns erkennen.

) Dass auch Fische, die keinen heraushängenden Dottersack haben, einen innern besitzen, hat auch **Carus gesehen.

letzten Ende, an welchem er über den Dottersack hinausragt, erkennt. Es hat nun das Ansehn, als ob er hier aus der obern Wand des Dottersackes, der eben deshalb als mittlerer und vorderer Theil des Darmes erscheint, herausträte. Dem ist aber nicht so. Wenn ich solche Embryonen in verdünntem Kreosot — Wasser (*Aqua Binelli*) einige Zeit liegen liess, so sog die Dottersubstanz so viel davon ein, dass endlich der Dottersack aufplatzte und die Bauchwände mit aufriss. Dann sah ich immer deutlich, dass über dem langgezogenen Dottersacke ein Darm lag, der jetzt etwas von der Wirbelsäule herabgerückt war, und mit dem Dottersacke nur durch eine enge Oeffnung communicirte. Es löst sich also vom Dottersacke eben sowohl wie bei höhern Thieren und wie im *Blennius viviparus* ein Darm ab mit dem einzigen Unterschiede, dass in den *Cyprinus*-Arten und wahrscheinlich in den meisten Knochenfischen die Bauchwände den Dottersack mit einschliessen. Hierin liegt auch der Grund, dass der Darm so sehr durch den Dottersack an die Wirbelsäule gedrängt wird, dass er unsichtbar wird. — Wie weit aber die Abschnürung des Darms vom Dotter schon in dieser Periode gediehen ist, darüber bin ich ungewiss *) und ob der Darm nicht einige Zeit hindurch als offener Halbkanal verharrt.

Von der Bildung der Wirbelsäule mag nur gesagt werden, dass jetzt die Wirbelsaite sehr deutlich ist, dass obere und untere Bogen und Dornfortsätze bis in der Schwanzspitze ebenfalls deutlich sind, dass aber bestimmt die Wirbeltheilung beim Uebergange des Rückens in den Kopf aufhört. So stehe ich denn nicht an zu behaupten,) d a s s a u c h d i e K n o c h e n f i s c h e u m d i e s e Z e i t e i n e n u n g e t h e i l t e n K n o r p e l z u m S c h ä d e l h a b e n (wie die Knorpelfische bleibend), der nur durch Vorragungen und Vertiefungen den Wirbeltypus nachahmt. Die Wirbelsaite hat eine ansehnliche Dicke und ist ganz durchsichtig. Die obern und untern Dornfortsätze sind deutlich nach hinten gerichtet. Eine durchsichtige Flosse läuft längs des Rückens, so wie des obern und untern Randes vom Schwanze. Die Brustflosse tritt auf und ihre erste Anlage steht weiter vom Kopfe ab, als man bei einem Knochenfische erwarten sollte. Es ist also auch hierin grössere Aehnlichkeit mit andern Wirbelthieren.

Hier ist auch der Ort von der Blutbildung und der ersten sichtbaren Blutbewegung zu sprechen. Zwar habe ich sie nie gewahr werden können, wenn der Schwanz nur noch 1/4 von der Leibeslänge hat, aber früher als bis derselbe 1/3 der Länge erreicht. Da ich nun diese beiden Maasse als die Kennzeichen der 8. und 9. Embryonenform angenommen habe, so muss man sagen, dass die sichtbare Blutbewegung in den Uebergang aus der einen in die andere fällt. Aus dieser Angabe der Entwickelungsstufe folgt, dass unzweifelhaft die Blutbewegung in den Fischen später eintritt, als die Beweglichkeit des ganzen Körpers, die eine vorhergegangene Sonderung der Nerven erwarten lässt. Denn dass ich so lange die Blutbewegung übersehen haben sollte, ist nicht wahrscheinlich, obgleich ich mich von neuem überzeugt habe, wie rasch diejenigen verfahren, welche ohne lange Uebung über diesen, vielleicht schwierigsten Gegenstand, so bestimmt aburtheilen, und genau angeben, wo und wie Blutbildung und Blutbewegung zuerst sich zeigen. Nicht selten ist es mir begegnet, dass ich einen Embryo für blutlos hielt, und dennoch nach einem Suchen von mehreren Minuten den Blutstrom fand. Die Untersuchung wird bei den *Cyprinus*-Arten dadurch besonders schwierig, dass das Blut sehr lange wenig oder gar nicht gefärbt ist, und dass das Herz in der ersten Zeit wegen des an dem Rumpfe ziemlich eng anliegenden Kopfes sehr versteckt ist. Nur einmal glaube ich unter so oft wiederholten Versuchen die Blutbewegung erkannt zu haben, ohne dass ihre Bahn ganz vollendet war. Ich sah nämlich eine langsame Bewegung im Herzen und erst zwei Minuten später

*) Im *Blennius viviparus*, wo der Dottersack frei heraushängt, erfolgt die Abschnürung auch früh. Vergleiche Rathke a. a. O. S. 14.

konnte ich eine sehr schwache Blutbewegung längs des Rückgrats als werdende Aorta erkennen. Vielleicht war ich hier so glücklich die erste Vollendung der Bahn zu sehen, allein man kann Hunderte von Embryonen dieser Bildungsstufe aus den Eiern nehmen, ohne wieder diesen Moment zu treffen. Ueber die Art, wie sich die Blutcirculation bildet, nur soviel: die ungemeine Aehnlichkeit, welche das Herz am Schlusse dieser und am Anfange der nächsten Periode mit der ersten Form des pulsirenden Herzens im Hühnchen hat, lässt mich vermuthen dass, eben so wie dort, der Bildung eines hohlen Herzens ein Ansammeln von Bildungsstoff, der flüssig werden soll, vorangeht. Allein ich habe dieses Ansammeln, das auf die vorhergehende Bildungsstufe fallen müsste, durchaus nicht sehen können, weil es zwischen dem Kopfe und dem Rumpfe in der Tiefe statt finden muss. Wenn das Herz seine Pulsationen beginnt, sieht es einem sehr zartwandigen Kanal gleich. Von seiner Form hat man eine Vorstellung, wenn man sich Fig. 17 sehr zartwandig und den Mitteltheil weniger gekrümmt und weniger erweitert denkt. Auch auf dieser Stufe habe ich die Form des Herzens nur an einem ganz schief gebauten Embryo, bei dem man von einer Seite deutlich in den Raum zwischen Kopf und Dottersack hineinsehen konnte, vollständig gesehen. Ueberhaupt wollen wir den ersten Blutlauf in der nächsten Form mehr auseinandersetzen, da man ihn dort mit mehr Bestimmtheit erkennt. Nur so viel mag hier bemerkt werden, dass um die Zeit, von der wir jetzt sprechen, der arteriöse Blutstrom nicht soweit nach hinten verläuft, ehe er sich umbiegt um zur Vene zu werden, sondern dass diese Umbiegung ziemlich nahe hinter dem After liegt (Fig. 16). — Die Pulsschläge folgen, wenn der Kreislauf erst kurze Zeit besteht, langsam auf einander. Ich zählte 15 Schläge in der Minute. Bald werden sie häufiger.

§. 9. *Der Embryo ist lang und schmal. Der Schwanz beträgt ⅓ von der Länge des Embryo. Ausgebildeter Blutlauf.*

Die neunte Form soll dadurch bezeichnet werden, dass der Schwanz wenigstens ⅓ der Gesammtlänge ausmacht. Sie fällt auf den Schluss des dritten Tages. Der Schwanz endet stumpf abgerundet. Obere und untere Flossen sind sehr deutlich.

Betrachten wir zuvörderst den Kreislauf! Das Herz (Fig. 18) ist ein gekrümmter nach links ausgebogener, in der Mitte etwas erweiterter, noch nicht in verschiedene Abtheilungen zerfallender Kanal, — ein wahres Blutgefäss. In sein hinteres Ende treten zwei Blutgefässe (n) ein, die von dem Herzen durch nichts als durch die Zwei-Zahl verschieden sind, die von mir beim Hühnchen so genannten Zipfel des Herzens. Nach vorn wird das Herz dünner und spaltet sich in zwei engere Kanäle (p), die den Schlund umfassend, dicht unter der Schädelbasis verlaufen, um sich später zu vereinigen und als Aorten-Wurzeln unter der Wirbelsäule fortzulaufen. Dass eine kurze Zeit hindurch nur ein Paar solcher Bogen sind, habe ich so deutlich gesehen, als man dergleichen überhaupt sehen kann. Sehr bald aber bilden sich auch die folgenden und ich habe schon einmal in einem Embryo vor dem Auskriechen 4 Paar Gefässbogen gesehen. Doch halte ich diesen Fall für eine Ausnahme, da gewöhnlich die Vierzahl erst nach dem Auskriechen bemerkt wird. Oefters habe ich drei und zwei Paar Gefässbogen beobachtet. — Die Aorta biegt in der Mitte des Schwanzes oder etwas weiter nach hinten in einem einfachen Bogen um, zur Vene werdend. An einer Continuität der Höhlung kann man nicht zweifeln, wenn man den Blutstrom ununterbrochen fortgehen sieht. Die Vene liegt aber weiter vom Stamme der Wirbelsäule ab, als man erwarten sollte. Was aus dieser Vene wird — davon sogleich, wenn wir vorher zum Herzen zurückgekehrt sind. Dieses empfängt, wie gesagt, das Blut an seinem hintern Ende durch zwei Venenstämme, einen rechten und einen

linken. Beide laufen in der Bauchwand von oben nach unten. Jede wird durch den Zusammentritt zweier Venen, einer vordern und einer hintern gebildet. Freilich sieht man meist nur eine vordere und eine hintere Vene, man mag den Embryo von der rechten oder von der linken Seite ansehen, und man glaubt daher anfänglich, dass vorn und hinten nur ein unpaariger Stamm sei, der nach beiden Seiten durchschimmert. Allein man wird, wenn man einen der beiden queer über den Bauch laufenden Hauptstämme (Herzzipfel) aufmerksam betrachtet, durch den Dottersack hindurch auch den andern erkennen (24 Stunden nach dem Auskriechen jedoch viel leichter). Wendet man nun den Embryo auf den Rücken, um die Anfänge dieser Kanäle zu sehen, so erkennt man, dass beide ziemlich weit auseinander stehen und jeder auf seiner Seite durch eine vordere und eine hintere Vene gebildet wird. Wohin aber geht die Schwanzvene? Man sieht sie (freilich später noch deutlicher) auf jeder Seite in die aufsteigende Vene übergehen, indem sie über dem Mastdarm und dem Harnleiter verläuft. Da nun die Schwanzvene unläugbar einfach ist, so folgt daraus, dass sie sich in dieser Gegend gabelförmig theilt. Indessen ist doch ein stärkerer Uebergang in die rechte aufsteigende Vene, als in die linke, denn die erstere führt immer mehr Blut *). Auf dem Dottersacke habe ich noch keine Gefässe entdecken können. Vielleicht sind sie da; denn, da das Blut noch gar keine Färbung erkennen lässt, so ist es nicht möglich durch die Bauchwände hindurch die hellen Rinnen früher zu erkennen, als bis ansehnliche Blutströme sich in ihnen befinden. Die Pulsschläge werden bald sehr häufig. In dem weit vorgeschrittenen Embryo mit 4 Paar Gefässbogen zählte ich 80 Schläge in der Minute. Bei 3 Paar Gefässbogen zählte ich 70 Schläge.

Der dünnere Theil des Dottersackes ist zweimal so lang als der weitere.

In die Aftergegend mündet ein zarter, einfach oder doppelt erscheinender Kanal, der nicht der Mastdarm ist, sondern, wie sich später erweist, der Harnleiter.

Die vordere Extremität ist sehr deutlich in Form einer dreieckigen Vorragung. Sie sitzt am vordern Theile des Rumpfes, viel mehr dem Rücken genähert, als später.

Der Kopf hat sich noch mehr zurückgeschoben und die Hirntheile sind viel mehr zusammen gerückt, als früher, so dass das Ohr nicht mehr so weit vom Auge entfernt steht, als dessen längster oder Horizontal-Durchmesser beträgt. Die Einkerbung der Iris ist sehr deutlich. Ich glaubte die Ausstülpung der Riechnerven zu sehn. Die Steinchen im Ohr sind sehr kenntlich. Die Iris ist zwar ohne Metallglanz, aber so dunkel gefärbt, dass man die Augen durch die äussere Eihaut deutlich durchscheinen sieht.

Der Embryo liegt sehr stark gekrümmt im Eie. Am häufigsten ist der Schwanz nach der linken Seite desselben gebogen und eben deshalb ist in der Regel der Dottersack etwas nach der rechten Seite gedrängt, jedoch nicht immer. Häufig liegt der Embryo im Eie mit dem Rücken nach unten, doch hat er um diese Zeit gar keine bestimmte Stellung, da er sich lebhaft bewegt und so lang ist, dass er überall an die Eihaut andrängt, also in jeder Stellung verbleiben kann.

---

*) So erschien mir das Verhältniss. Indessen macht mich Rathke's Darstellung jetzt zweifelhaft. In *Blennius viviparus* sah derselbe die rechte sogenannte Hohlvene aus der Spitze des Schwanzes kommen, die linke nicht (S. 35). Es wäre nicht unmöglich, dass auch in meinen Embryonen das Verhältniss eben so wäre, da die Durchsichtigkeit der Theile es nicht gut unterscheiden lässt, ob die Blutkügelchen, die man über einen Theil glaubt fliessen zu sehen, nicht vielleicht unter ihm sich bewegen. Allein da Rathke keine Abbildung der Gefässe im Leibe gegeben hat, auch nicht bemerkt, ob der Schwanztheil der genannten Vene in oder unter den untern Wirbelbogen liegt, so bin ich zweifelhaft, ob hier nicht eine Form dargestellt ist, von der ich später reden werde, wo innerhalb der untern Wirbelbogen eine obere Schwanzvene liegt. Das letztere ist sogar wahrscheinlich, da die ganze Darstellung sich auf einen mehr ausgebildeten Zustand bezieht.

Dieses Andrängen und die lebhaften Bewegungen des Embryo erleichtern offenbar die Zerreissung der immer dünner gewordenen äussern Eihaut, welche bei gehöriger Wärme schon in der ersten Hälfte des vierten Tages, ja zuweilen am Beginnen desselben erfolgt. Sehr auffallend war es mir, dass die leer gewordene äussere Eihaut, die bisher so fest an den Pflanzen anklebte, sich sehr bald nach dem Austritte des Embryo verliert. Ich kann mir diese Erscheinung nur durch die Annahme erklären, dass die genannte Haut von der innern Fläche aus leicht vom Wasser aufgelöst wird *). — Der Embryo ist beim Austritte fast 2¼ Linien lang. Von dieser Länge nimmt der Schwanz über ⅓ ein, wie in unserer Fig. 18, welche einen zum Auskriechen völlig reifen Embryo darstellt.

VII. Entwickelung der Fische nach dem Auskriechen aus dem Eie.

§. 1. *Der Embryo am ersten Tage nach dem Auskriechen.*

Der Embryo ist 2½ Linien lang. Von dieser Länge nimmt der Schwanz ⅖ ein. Er endet mit runden Lappen und hat glashelle Ränder.

Wenn der Embryo aus dem Eie geschlüpft ist, scheint er anfangs wie betäubt. Er bewegt sich nur wenig. Bald aber nimmt die Beweglichkeit zu; doch bleiben während dieses Tages die Pausen zwischen den Bewegungen noch immer lang.

Die Augen sind schon sehr schwarz, doch ohne Metallglanz in der Iris. Der Metallglanz erscheint aber schon am folgenden Tage und ist am dritten sehr deutlich.

Das Ohr sehr gross und hell, die Steinchen ungemein deutlich. Zuweilen sieht man mehr nach oben etwas Undeutliches in Form von Streifen, das ich für den ersten Anfang der Bogengänge halte. Die äussere Haut ist, wo das Ohr anstösst, durchsichtig und gespannt, bildet also eine Art Trommelfell. Die Nasengruben deutlich. Sie stehen mit dem Hirne durch breite Verlängerungen (die ohne Zweifel hohlen Riechnerven) in Verbindung.

Der Mund ist bestimmt noch nicht offen; er öffnet sich aber am folgenden Tage.

Man kann jetzt diese Gegend sehr gut beobachten, da sich das Hirn und mit ihm der ganze Kopf immer mehr aus der Krümmung grade streckt. Die Vergleichung der 18ten Figur mit der vorhergehenden und der 20sten muss die Streckung deutlicher machen, als eine lange Beschreibung.

Durch diese Streckung wird die Rachenhöhle länger. Man sieht, dass ihr hinteres Ende nicht grade auf den Dottersack übergeht, sondern über demselben sich verliert. Von Kiemenspalten konnte ich immer Eine mit Sicherheit als offen erkennen. Meistens waren hinter derselben sehr zarte Einkerbungen, von denen man am lebenden Embryo nicht entscheiden kann, ob sie durchgehen, obgleich die Kerbungen die Sonderung vom Kiemenbogen andeuten. Erhärtete ich solche Embryonen in Weingeist, so liess sich die

---

*) Wie leicht diese Eiweisshüllen der chemischen Einwirkung scheinbar indifferenter Stoffe weichen, davon gaben mir die Eier des Barsches einen sehr auffallenden Beweis. Wenn diese Eier frühzeitig abstarben, so fand ich bald die äussere Hülle (die hier nicht nur aus einer ziemlich festen Oberhaut, sondern noch aus einer dicken ebenfalls festen, darunter liegenden Eiweissschicht, die sich der Consistenz eines weichen Knorpels nähert, besteht), in der Mitte der obern Wölbung von einer ansehnlichen Oeffnung durchbohrt. Drehte ich eine Portion abgestorbenen Laiches, der aber noch nicht durchbohrt war, um, so war ich sicher am andern Tage in jedem Eie auf der andern, nun oben liegenden Seite die Durchbohrung zu finden. Der Grund hiervon konnte nicht lange verborgen bleiben. Wenn das Ei abstirbt und die Dotterkugel sich zersetzt, so erhebt sich der Oeltropfen gegen die höchste Stelle des äussern Eiweisses und wirkt so auflösend auf dasselbe, dass er es allmählig durchbohrt und nun oben auf dem Wasser schwimmt, in welchem man den Laich hält.

Oberhaut abtrennen und erschien wenigstens in der ersten Hälfte dieses Tages nicht durchbohrt. Ich schliesse hieraus, dass sich die Kiemenspalten nicht blos von aussen nach innen bilden, sondern wie ich auch am Frosche deutlich erkannt habe, dass die Verdünnung der Seitenwand an dieser Stelle von innen und aussen zugleich erfolgt. Im Fische scheint die erstere Richtung sogar die vorherrschende.

Durch die Gradestreckung des Kopfes wird ferner der früher deutliche Nackenhöcker undeutlich und der Hals verkürzt sich. Dadurch scheint die Brustflosse dem Kopfe näher gerückt. Die Brustflosse zeigt sich bei der seitlichen Ansicht nur als ein dreieckiger Höcker, allein, wenn man den Embryo auf den Bauch dreht, so sieht man sie in einem deutlichen Lappen vorragen, der in der erstern Ansicht seiner Durchsichtigkeit wegen nicht erkannt wird. Weingeist macht den vorragenden Theil schon deutlich. Er hat ungefähr die Länge von 1/8 bis 1/5 Linie.

Das Rückenmark ist so lang als die Wirbelsäule. Beim Uebergange in das Hirn erscheint es sehr hoch, dann legt es sich breit auseinander, wodurch die vierte Hirnhöhle weit geöffnet ist. Das kleine Hirn ist nicht viel mehr als eine Queerbinde. Von den Theilen, die in erwachsenen *Cyprinus*-Arten hinter dem kleinen Hirne liegen, konnte ich nichts finden. Vor dem kleinen Hirne liegt die grosse Blase des Vierhügels, vor dieser, ganz wie in dem Hirne der Vögel *) und Säugethiere aus früher Zeit eine Zwischenabtheilung (der dritte Ventrikel), die im Uebergange zur vordersten Abtheilung, aus welcher die sogenannten Riechganglien werden, geöffnet ist. Der Hirnanhang mit Einschluss des Trichters ist sehr weit.

Die Wirbelsaite ist noch ungemein stark und durchsichtig. Abtheilungen als Beweise von der Bildung der Wirbelkörper sieht man frühestens am Schlusse des ersten Tages. Dagegen sind die obern und untern Bogen mit den entsprechenden Dornfortsätzen sehr deutlich.

Eine zusammenhängende Flosse läuft vom Nacken um die Schwanzspitze bis zum After und sogar von diesem weg am Bauche hin und hat an der Stelle, wo der After sich bildet, eine Kerbe. Sie ist am Rande fast glashell. Sonst besteht die Masse des Embryo aus einer durchsichtigen Substanz, in welche kleine Körnchen eingesenkt sind.

Der Mastdarm läuft in den After aus. An erhärteten Embryonen, die ich zergliederte, fand ich auch den ganzen Darm über dem Dottersacke. Doch war es mir noch nicht möglich auszumitteln, ob beide durch eine Oeffnung oder eine lange Spalte mit einander communiciren. Es wäre nämlich möglich, dass der Darm noch in einer längern Strecke blos eine offene Rinne ist.

Hinter dem Mastdarme erkennt man noch ein Paar zarte Gänge. Es sind ohne Zweifel die Harnleiter, die um diese Zeit weit vom Darme abliegen und fast im rechten Winkel von der Gegend der Wirbelsäule auf den untern Rand des Fisches zulaufen. Sie sind sogar bestimmter geformt als der Mastdarm, den man oft kaum erkennt. Man sieht hieraus, dass auch eine erste Anlage der Nieren da ist und dass sie die ganze Länge der Bauchhöhle einnehmen, wodurch die Harnleiter die fast senkrechte Stellung gegen die Axe des Thiers erhalten, die sie bald verlieren, weil später die obere Wand des Bauches nicht so lang ist als die untere.

Das Herz habe ich in den mannigfachsten Lagen gesehen und erkannt, dass der hintere venöse Theil (die Vorkammer) nach links, der vordere arteriöse, die künftige Kammer, nach rechts ausgebogen ist. Der sogenannte Bulbus oder die Aortenzwiebel hat noch sehr wenig Selbstständigkeit. Dass die Kammer nach rechts ausgebogen ist, lässt sich gar nicht verkennen, wenn es gelingt, den Embryo auf den Rücken zu kehren; von der Seite gesehen scheint es aber, als ob dieser Theil immer dem Beobachter

*) Vergl. Ueber die Entwickelungsgeschichte der Thiere Bd. I. S. 65 75.

zugewendet wäre. Die Contractionen beider Theile folgen so rasch auf einander, dass sie unmittelbar in einander übergehen. In einer Minute sind gegen 90 solcher doppelten Pulsschläge. — Die Zahl der Gefässbogen, die um den Schlund herum in die Aorta übergehen, vermehrt sich im Verlaufe des ersten Tages. Auch bilden sich Arterien - und Venenäste, welche den Rücken herablaufen; den vollständigen Zusammenhang des Gefässsystems übersieht man aber am besten am Schlusse des ersten Tages.

§. 2. *Fernere Ausbildung des Gefässsystems.*

Betrachten wir zuvörderst die Ausbildung des Gefässsystems 24 Stunden nach dem Ausschlüpfen, wie ihn Fig. 20 darstellt.

Im Herzen sind drei Abtheilungen deutlich. Die Vorkammer stark nach der linken Seite gekrümmt und auch im Ganzen in der linken Hälfte des Leibes liegend, erwächst aus zwei Venenstämmen, wie aus zwei Schenkeln. Die nach rechts gerichtete Krümmung der Kammer wird schärfer und gewinnt immer mehr die Form einer Spitze, die anfängt, sich nach hinten zu richten und darin später weiter fortschreitet. Die Aortenzwiebel ist dicht an den Rachen angedrängt und dadurch etwas verdeckt.

Aus der Aortenzwiebel gehen fünf Paar Gefässbogen um die Rachenhöhle herum und bilden auf der Rückenseite derselben die Aorta. Im Beginn des zweiten Tages kommt noch ein 6ter Bogen hinzu, ohne dass die vordersten sich schlössen, wie unsre Abbildung Fig 20 zeigt. Anfangs ist der erste Bogen der stärkste, allmählig nimmt er aber an Stärke ab und rückt zugleich etwas von der Basis des Schädels nach hinten. Je mehr dieses geschieht, um desto deutlicher sieht man zwei kleine Arterien-Aestchen, die aus diesem Bogen abgehen. Der erste wendet sich gegen das Auge und tritt in die sichelförmige Einfaltung der innern Häute des Augapfels (die sogenannte Spalte der Iris). In solchen Augen, welche sehr wenig Pigment haben, wie denn künstlich ausgebrütete Fisch-Embryonen zuweilen (ob von mangelndem Lichte oder mangelnder Wärme?) ganz leucäthiopisch sind, kann man diesen Blutstrom deutlich verfolgen und erkennen, dass er im Auge umwendet und zur Vene wird. Dagegen verdeckt das Auge immer die Wurzel der vordersten Hirnarterie, die ich für einen Zweig der oben genannten halte. Ich stehe nämlich nicht an, die so eben beschriebene Arterie für die Hirnarterie zu halten, von welcher jetzt wegen Grösse des Auges die *Art. ophthalmica* als Fortsetzung des Stammes erscheint. Eine zweite Arterie aus dem ersten Gefässbogen läuft über das Auge in die hintern Abschnitte des Hirns und ist wohl der *Art. vertebralis* der höhern Thiere gleich. —

Aus den fünf oder sechs Gefässbogen jeder Seite wird eine Wurzel der Aorta zusammengesetzt und aus beiden Wurzeln erwächst der Stamm der Aorta (r), der unter der Wirbelsäule fortläuft. In diesem Verlaufe gehen Intervertebral-Arterien nach oben ab und kehren, nachdem sie die Spitzen der Dornfortsätze erreicht haben, in Venen um. Während des ersten Tages ist aber noch nicht für jeden Wirbel eine eigene Arterie da, sondern man sieht das merkwürdige Verhältniss, dass zwar an jedem Wirbel fast in rechtem Winkel gegen die Wirbelsäule ein Gefäss verläuft, aber diese Gefässe abwechselnd Arterien und Venen sind. Eine seltene Ausnahme ist es, dass ein Wirbel ganz übersprungen wird, oder schon jetzt an demselben Wirbel zwei Gefässe, eine Arterie und eine Vene verlaufen. Der unmittelbare Uebergang der Arterie in die Vene ist sehr gut auch an diesen Zweigen kenntlich. Um diesen Uebergang zu bewirken, theilen sich sowohl die Arterien als die Venen gabelig, so dass der Uebergang aus einer Arterie in die zunächst vordere und in die zunächst hintere Vene erfolgt. Noch deutlicher ist freilich der Uebergang der Aorta in den Venenstamm. Dieser Venenstamm ist aber nicht dem analog, was man Hohlvene in höhern Thieren zu nennen pflegt, ja nicht einmal der sogenannten Hohlvene der erwachsenen Fische. Man sieht

an unsrer Figur deutlich, dass der hintere Theil derselben nicht innerhalb der untern Wirbelbogen des Schwanzes, sondern unter den untern Dornfortsätzen fortläuft. Wir wollen diesen Theil die untere Schwanzvene (*Vena caudalis inferior*) nennen und bemerken, dass schon jetzt die Intervertebralvenen hie und da, bevor sie sich einmünden, sich spalten und so Maschen bilden (Fig. 20). Diese Maschen mehren sich im Verlaufe des ersten Tages. Ausser diesen Kanälen sieht man aber noch hie und da unmittelbare Uebergänge aus dem Stamme der Aorta in den Venenstamm, offenbar die zurückgebliebenen frühern Endübergänge, da, wie Döllinger nachgewiesen hat, nicht dieser Uebergang selbst weiter nach hinten rückt, sondern sich neue Uebergänge hinter ihm bilden. Am Harnleiter scheint sich, wie schon früher ausführlich besprochen ist, die untere Schwanzvene zu theilen in einen rechten und einen linken Stamm, die unter den Querfortsätzen und den werdenden Rippen, doch merklich tiefer als die Aorta, nach vorn verlaufen. Diese hintern Vertebralvenen sind allerdings wohl dasselbe, was man in Fischen gewöhnlich die Hohlvene (denn man spricht gewöhnlich nur von Einer) zu nennen pflegt, aber wohl sehr mit Unrecht, wenn man damit dasselbe Blutgefäss zu bezeichnen glaubt, das in Säugethieren diesen Namen führt *).

Mit jeder hintern Vertebralvene verbindet sich eine vordere, welche das Blut aus dem Hirne, dem Ohre und der Nacken-Gegend aufnimmt (l).

Vordere und hintere Vertebralvene jeder Seite verbinden sich, wie schon früher gesagt ist, zu einem gemeinschaftlichen absteigenden Venenstamm (n). Wir wollen ihn den Querstamm (*Truncus transversus*) nennen. Beide Querstämme laufen um den Dottersack herum und führen das nicht verbrauchte Blut wieder in die Vorkammer zurück. Sie sind diejenigen Gefässstämme, die Cuvier *sinus veineux* nennt **).

Auf dem Dottersacke habe ich noch keine Blutgefässe erkannt. Nachdem wir ein Bild von der Blutbahn, soweit sie 24 Stunden nach dem Ausschlüpfen entwickelt ist, erhalten haben, um für die folgenden Umformungen eine synchronistische Basis zu gewinnen, können die Veränderungen, die wir aus der

---

*) In einer frühen Periode des Embryonenlebens der Säugethiere und Vögel verlaufen auch zwei Venen zur Seite des Rückgrats und geben unter mehrfacher Umwandlung zur Bildung der in Säugethieren sogenannten unpaarigen Vene Veranlassung. Ich habe sie aus dem Hühnchen beschrieben (Entwickelungsgeschichte Bd. I. S. 71 u. a. O.) und sie, weil ihr späteres Verhältniss von dem frühern merklich verschieden ist, für dieses Intercostalvene genannt, eine Benennung, die dem *Nervus intercostalis* analog gebildet war, und von der ich hoffte, dass sie Jedermann ohne Erläuterung verständlich seyn würde. Diese Erwartung ist aber nicht erfüllt, vielleicht weil man an die zwischen den Rippen verlaufenden Venen dachte, auf welche die Beschreibung freilich nicht passt. Beim *Nervus intercostalis*, synonym mit *Sympathicus maximus*, und den *Nervis intercostalibus*, synonym mit den *NN. dorsalibus* ist dieselbe Zweideutigkeit, weshalb ich gar keinen Anstand genommen hatte. Indessen will ich denn jetzt einen andern Namen vorschlagen. Die beiden Gefässe mögen daher hintere Vertebralvenen (*Venae vertebrales posteriores*) heissen. Solche Venen also sind auch im Embryo der Fische, und sie sind in den Fischen bleibend, denn die Hohlvene der höhern Thiere entwickelt sich, wie ich auch an dem ang. Orte ausführlich genug, um nicht ganz übersehen zu werden, auseinander gesetzt habe, aus den Nieren, ein Verhältniss, das man in den Fröschen bleibend sehen kann. Sie ist nie doppelt, liegt auch nicht zur Seite. Nur indem anfänglich geringe Communikationen mit dem hintern Theile der hintern Vertebralvenen sich später erweitern, nimmt die Hohlvene der warmblütigen Thiere das Blut aus dem gesammten hintern Theile des Körpers auf. Hiernach sind in den erwachsenen Fischen die Venen zur Seite der Wirbelsäule (denn es sind zwei, obgleich die linke immer kleiner ist, aber in verschiedenen Maassen, in einigen Fischen sehr viel kürzer und enger, in andern Fischen aber fast so gross als die rechte) bleibende hintere Vertebralvenen. Als analog der Hohlvene kann man in erwachsenen Fischen nur das kurze Venenstämmchen ansehen, das aus der Leber in das Herz tritt. So, glaube ich, muss man diese Gefässe nach ihrer Bildungsgeschichte nennen, wenn man nicht jeden Venenstamm Hohlvene nennen will. Doch bedarf dieses einer ausführlichen und selbstständigen Auseinandersetzung, die ich mir auf eine andere Gelegenheit verspare. Hier kam es nur darauf an, Benennungen zu vermeiden, die ich anzugreifen im Sinne habe.

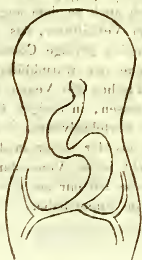
**) *Histoire des poissons* Vol. I. p. 510.

späteren Zeit beobachteten, nach den einzelnen Abschnitten des Gefässsystems mit wenigen Worten verständlich gemacht werden.

Von vorn herein ist aber zu bemerken, dass die Umänderungen, welche die erste Form der Blutbahn nach ihrer Ausbildung leidet, nur geringe im Verhältniss zu den mannigfachen Umformungen desselben Systems in andern Thieren sind. Es bleibt, mit Ausnahme der Kiemengefässe, im Wesentlichen dieselbe Form.

Das Herz verkürzt sich während der ganzen Zeit der Entwickelung, indem die einzelnen Abtheilungen näher zusammenrücken, zugleich auch in jedem Abschnitte des Herzens die venöse und arteriöse Oeffnung im Verhältniss zum Wachsthume des Abschnittes einander näher rücken. Es nehmen ferner die Aussackungen der einzelnen Cavitäten zu, während die Verschnürungen zwischen ihnen verhältnissmässig enger werden. Zunehmende Aussackung mit Zusammenrücken der Ein- und Ausgänge erzeugt die Form von Blindsäcken. So wandelt sich durch fortschreitende morphologische Sonderung die Gleichmässigkeit des ursprünglichen Herzkanales (Fig. 17.) immer mehr in drei selbstständige und differente Cavitäten um. Zugleich verändern sie ihre gegenseitige Lage. Der venöse Sack (Vorkammer) rückt in den ersten Tagen noch mehr nach links und dann in einem Bogen von links nach oben und zurück nach rechts bis in die Mittellinie, so dass er sich über den arteriösen Sack (die Herzkammer) stellt, die unterdessen von der linken Seite auch gegen die Mitte rückt und ihre Spitze immer mehr nach hinten vorschiebt *). Dass in den Fischen kein Moment eintritt, der durch Entwickelung einer Scheidewand die Kammer in ein Lungen- und ein Körperherz sondert, versteht sich von selbst und liefert einen Beweis mehr, wie innig die Theilung der Herzkammer mit der Theilung des Aortenwulstes in zwei Kanäle (Ursprung der Aorta und der Lungenschlagader) zusammenfällt, welche hier ebenfalls unterbleibt.

*) Hier findet sich eine mir unerklärliche Differenz zwischen Rathke's Darstellung der Umänderungen des Herzens von *Blennius viviparus* und der meinigen von *Cyprinus Bliçaa*. Nach Rathke liegen in jenem Fische die beiden Abtheilungen des Herzens schon sehr früh und bevor sie sich über einander stellen, so, dass die Vorkammer zur rechten und die Kammer zur linken Hand ihre Lage hat (S. 33). Dieses Lagen-Verhältniss ist dem entgegengesetzt, was ich in Säugethieren, Vögeln (Entwickelungsgeschichte S. 52) und Eidechsen beobachtet und nicht minder in *Cyprinus Blicca* gesehen und gezeichnet hatte. Dass jener Angabe nicht ein Schreib- oder Druckfehler zum Grunde lag, zeigten die Abbildungen Fig. 29—33 in Rathke's Werke mit grosser Bestimmtheit. Die Achtung vor dem Beobachter, die Bestimmtheit seiner Darstellung und die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Verschiedenheit in zwei Knochenfischen mussten in mir die Besorgniss erregen, dass ich mich in meinen Beobachtungen über den Güster geirrt hätte. Ich liess daher das Manuscript liegen, bis ich die Beobachtung im laufenden Jahre (1834) wiederholen konnte. Nun aber finde ich von der ersten Entstehung des Herzens an die Stellung grade so, wie ich sie beschrieben habe. So lange die Embryonen noch nicht ausgeschlüpft sind, ist eine Täuschung freilich möglich, besonders wenn man von der Seite sieht, allein ein Paar Tage später kann man gar nicht in Zweifel seyn. Ich tödtete so eben einen Embryo vom dritten Tage nach dem Ausschlüpfen durch Weingeist und beobachte ihn, bevor das Blut im Herzen seine Röthung verloren hat, unter einer Linse, indem ich ihn auf den Rücken kehre. Ich sehe, dass der von der rechten Seite kommende Blutstrom viel stärker ist als der von der linken, wie in der Figur, die ich hier einschalte, da über die Kupfertafel nicht mehr zu verfügen ist: dass ferner diesem Strome gemäss die Vorkammer nicht nur nach links ausgeweitet ist, sondern auch ganz nach links von der Mittellinie liegt, wogegen die Kammer freilich der Mittellinie näher, doch mehr nach rechts sich befindet. Am vierten Tage liegen beide Abtheilungen mehr neben einander und bald über einander, wobei beide Theile sich ganz so drehen wie in andern Thieren, indem die rechte Wand der Kammer zur untern wird. Nun kann ich mir aber die Abweichung im Herzen des Schleimfisches nicht verständlich machen. Sollte der heraushängende Dottersack hiezu Veranlassung geben?



Das System der Gefässbogen auf dem Kiemenapparate verändert sich nämlich zwar vollständig, aber auf wesentlich andere Weise als in den Lungenthieren. Zu den 6 Gefässbogen, die am Anfange des zweiten Tages in die Aortenwurzel jeder Seite eingehen, kommt am Schlusse desselben Tages, oder am dritten noch ein 7ter hinzu. So unerwartet es mir war, dass in den Fischen zwei Paar Gefässbogen mehr auftreten als in den höhern Wirbelthieren, und so schwierig auch die Beobachtung wird, theils weil das Blut noch immer wenig Färbung hat, die Fischchen aber im Verhältniss zu so wenig gefärbten Blutströmen in der Halsgegend doch schon sehr undurchsichtig sind, theils wegen der Verkürzung, die der Hals erleidet, so kann ich doch über das Daseyn dieser 7 Paar Gefässbogen keinen Zweifel hegen. Mit Sicherheit glaubte ich sie zu sehen, wenn ich Embryonen vom dritten Tage unter den Pressschieber brachte und leise so drückte, dass die Seitenfläche des Halses sich dem Mikroskope darbot. Ich sah das Blut in sieben Strömen nach der Rückengegend fliessen. Es waren also alle diese Gänge zu gleicher Zeit offen. Fig. 22. stellt das Gesehene dar. Da der Mund um dieselbe Zeit völlig gebildet ist, so erkennt man, dass der erste Bogen dem Unterkiefer entlang geht, der zweite auf dem ersten Kiemenbogen, der dritte bis fünfte auf den folgenden. Der sechste Bogen verläuft hinter der letzten Kiemenspalte, wahrscheinlich auf den Schlundkiefern, und der siebente Bogen geht weniger rechtwinklig als die vorhergehenden in die Aortenwurzel über. — Etwas später erkannte ich auch noch eine Arterie, die aus dem zweiten Bogen kam, längs des Zungenbeins zu verlaufen und in den ersten sich zu münden schien, oder unter ihm sich in die Tiefe senkte. — Wie diese 7 Gefässbogen eine Annäherung zu dem Verhältnisse, das in Cyclostomen bleibend ist, beurkunden, braucht nicht erwähnt zu werden. Aber daran wollen wir erinnern, was so oft übersehen wird, dass es Haye mit 6 *(Squalus griseus)* und andere mit 7 *(Squal. cinereus)* aufgeschlitzten Kiemenhöhlen giebt, als bleibende Uebergangsstufen zu den Cyclostomen.

Dass mit dem Hervorwachsen der Kiemenblättchen auf den Kiemenbogen aus den Gefässen sich Schlingen in diese Kiemenblättchen hinein bilden und sich allmählig in Gefässnetze auflösen, bis endlich jeder Stamm der Gefässbogen sich in eine Kiemenarterie und eine Kiemenvene auflöst, die in den Gefässnetzen der Kiemenblätter wurzeln, lässt sich aus dem, was man von der Umbildung des Gefässsystems der Batrachier-Larven längst durch Rusconi weiss, erwarten. Ich habe aber die Umwandlung, da die Kiemenblättchen hier nicht so vorragen, als in den Batrachiern, durch Beobachtung eben so wenig verfolgen können, als Rathke. So viel ist aber klar, dass diese Form der Umwandlung nur das 5te und 6te Gefäss treffen kann, welche auf den Kiemenbogen liegen; der 6te und 7te Bogen scheinen ganz einfach zu schwinden, wenn die Kiemenblätter das Blut an sich ziehen. Der erste schwindet wohl nur zum Theil und dient wahrscheinlich den Gefässen, welche unmittelbar aus Kiemenvenen zu Kopfarterien werden, zur Basis, speist auch wohl in denjenigen Fischen, welche am Kiemendeckel Nebenkiemen haben, diese mit Blut. — Diesem Unwegsamwerden der Gefässbogen habe ich durch die Beobachtung auch nicht vollständig folgen können, weil die Kanäle viel zarter sind und ihr Inhalt viel weniger gefärbt ist als in den Embryonen der Vögel und Säugethiere. Der Erfolg aber weist darauf hin, indem bald die Aorta mit ihren Wurzeln (den Kiemenvenen) nur vermittelst der Netze auf den Kiemenblättern mit dem Herzen zusammenhängt.

Sehr früh mehrt sich die Zahl der Aeste, die aus der Aorta austreten. Namentlich sieht man schon am 2ten und bestimmter am 3ten Tage nach dem Ausschlüpfen an jedem Wirbel eine Zwischenwirbelarterie. Da sich auch die gleichnamigen Venen mehren, so findet man jetzt an jedem Wirbel eine Arterie und eine Vene gegen den Rücken hinaufsteigen. Zugleich mehren sich die Bogen, durch welche sie in einander übergehen, so dass mehrere Schlingen über einander zu liegen kommen. Vielleicht geben die

primären Uebergänge, deren wir schon im vorigen §. erwähnten, Veranlassung zur Entstehung eines Blutleiters über dem Rückenmarke. So scheint mir eine Beobachtung zu verstehen, die ich in meinem Tagebuche aus dem zweiten Tage nach dem Auskriechen notirt habe und die so lautet: „Einmal sah ich an einem ab„sterbenden Individuum, in dem der Kreislauf stockte, aus allen Gefässbogen über den Wirbelspitzen eine „zusammenhängende Vene sich bilden, durch welche das Blut sich nach vorn in die vordere Vene (*Vena „jugularis)* ergoss *).“ Leider wird schon am dritten Tage durch Wucherung des Muskelfleisches diese Gegend so dunkel, dass man eine Entwickelung, die hier durch einen leidenden Zustand angedeutet schien, nicht im regelmässigen Verlaufe verfolgen kann **).

Indem sich allmählig die hintern Wirbel mehr ausbilden, erhalten auch sie ihre Intervertebralgefässe, aber immer sieht man die Wirbel früher abgegränzt, ehe man einen Blutstrom an ihnen gewahr wird. Zugleich rückt die Umbeugung der Aorta in die untere Schwanzvene weiter nach hinten, indem sich immer neue Uebergänge hinter den frühern bilden, bis nach wenigen Tagen, während die Spitze der Wirbelsäule sich nach oben biegt, mehrere Schlingen neben einander in der werdenden Schwanzflosse sich zeigen.

Die untere Schwanzvene nimmt rasch sehr an Weite zu. Zugleich mehren sich die Maschen, welche die in sie tretenden Venen bilden, so dass man am dritten und vierten Tage ein ungemein reiches Venennetz in der untern Hälfte des Schwanzes sieht. Das stärkste Gefäss in diesem Netze ist die Gränze desselben, die untere Schwanzvene selbst. Sie ist jetzt viel weniger ein gleichmässig fortlaufender Kanal als in unsrer Fig. 20, sondern hat zwischen je zwei untern Dornfortsätzen eine Einkerbung nach oben. Man erkennt hieraus, dass das Blut immer mehr gegen den untern Wirbelkanal, in welchem das hintere Ende der Aorta liegt, andrängt. Ich möchte sagen, dass das Blut in diesen Kanal hinein will und noch nicht kann.

Es ist nämlich ein durchgreifendes Gesetz in der Entwickelungsgeschichte, dass in der ersten Zeit des Embryonenlebens das Arterien- und Venenblut ganz verschiedene und getrennte Bahnen durchläuft, dass aber während des Fortschrittes der Entwickelung immer mehr Uebereinstimmung eintritt, theils indem sich gleichbedeutende Arterien und Venen einander nähern, theils indem sich, wo früher nur eine Arterie lag, eine entsprechende Vene zurücklaufend bildet, oder neben einem Venenstämmchen eine Arterie sich verästelt, wie wir schon von den Intervertebralgefässen berichtet haben. So hat auch wohl das Venennetz in der untern Hälfte des Schwanzes, dem kein analoges Arteriennetz entspricht, die Bestimmung, die Annäherung des Venenblutes zu vermitteln, oder bestimmter: indem das Venenblut die Tendenz hat, sich an das Arterienblut anzudrängen, entsteht dieses Netz und durch diese Tendenz wird es umgebildet. Man sieht nämlich, dass, indem das Netz reicher wird, die einzelnen Gänge um so mehr zunehmen, je mehr sie der Aorta parallel laufen. Oft ist am 4ten Tage dadurch schon eine Vene geworden, welche, ohne an der Aorta anzuliegen, also wohl ohne im untern Wirbelkanale zu verlaufen, der Aorta bis auf kleine Ungleichheiten parallel läuft. Das Einzelne des Fortganges verdeckt die zunehmende Undurchsichtigkeit. Viel später aber (in der 5ten

---

*) Dass auf eine ähnliche Weise das Blut aus dem hintern Theile des Körpers in die vordern Venen beim Braunfisch geleitet wird, zeigt eine Darstellung, die ich in die Verhandlungen der Leopold. Akademie eingerückt habe.

**) Bloch scheint in Embryonen vom Bley diesen Blutleiter gesehen zu haben, denn das Gefäss, das er in der ökonomischen Naturgeschichte der Fische Deutschlands Bd. I. Taf. XXX. Fig. 14. abbildet, kann keine andere Bedeutung haben. Die Aorta hat er übrigens mit dem Venenstamme verwechselt. In Taf. V. Fig. 13. von Carus Erläuterungstafeln, Heft III. scheint es, als ob ein solcher Blutleiter gebildet würde, allein die Lage unter dem Rückenmarke, da doch auch in Barschen der Blutleiter über demselben liegt, macht die Abbildung unklar, da überdiess in derselben die Aorta gar keine Aeste nach dem Rücken zu schicken scheint, der Text sie aber richtig nennt, so ist hier ein Missverständniss des Zeichners oder Kupferstechers anzunehmen.

und 6ten Woche, wenn der Fisch gross genug ist (5 1/2 Linien), um zergliedert werden zu können und die starke Röthung des Blutes auch nach dem Tode die einzelnen Gefässe erkennen lässt, findet man im untern Wirbelkanale dicht an der Aorta eine tiefe Schwanzvene *(Vena caudalis profunda)*, während die untere Schwanzvene nur noch wenig Blut führt.

Es rücken nach demselben Gesetze beide hintere Vertebralvenen der Aorta näher, da sich hier kein Hinderniss findet und sie sind schon am zweiten Tage nicht so abstehend, als unsere Fig. 20. zeigt und am vierten Tage scheinen diese Blutströme bei der seitlichen Ansicht schon fast neben einander zu liegen. Offenbar gleiten also diese beiden Venen von der Spitze der Querfortsätze gegen ihre Verbindung mit den Wirbelkörpern hin. In späterer Zeit ist die tiefe Schwanzvene der Anfang der rechten hintern Vertebralvene oder sogenannten Hohlvene.

Diese Stämme der Körpervenen scheinen keine fernere Veränderung zu erfahren, ausser dass für diejenigen Fische, deren linke Vene im ausgebildeten Zustande unansehnlich ist, diese Kleinheit wahrscheinlich nicht ursprünglich, sondern wohl vermittelst Umbildung der frühern Form durch die stärkere Tendenz des Blutes nach der rechten Seite hervorgebracht ist. In unserer *Cyprinus Blicca* ist die linke hintere Vertebralvene am vierten Tage schon sehr auffallend kleiner als die rechte. So entwickelt sich also auch hier ein asymmetrisches Verhältniss im vegetativen Theile des Organismus aus einem symmetrischen *).

Blutströme auf dem Darmkanale habe ich erst am 3ten oder 4ten Tage nach dem Ausschlüpfen erkannt. Eine Gekrösvene steigt an der untern Fläche des Darmes herauf und vertheilt sich zum Theil, bevor sie das Herz erreicht. Diese Vertheilung geschieht um diese Zeit wahrscheinlich nicht blos auf der Leber, die zwar schon da, aber sehr klein ist. Der Raum, auf welchem die Vertheilung sich zeigt, ist grösser. Ich vermuthe daher, dass sie auf dem Halse des Dottersackes sich befindet. Später scheint sich die ganze Vertheilung auf die Leber zu beschränken, wie man in der zweiten Woche an der nun gelappten Leber erkennt **). Ein Blutstrom, der Anfangs über Darm und Leber, dann in die Leber geht, ist offenbar Pfortader zu nennen. Ob aber und wie das Gefäss, welches von den Geschlechtstheilen der erwachsenen Fische aufsteigt und eigentlich der hintern Hohlader der Säugethiere analog ist, mit der Pfortader in Verbindung steht, fiel mir zu bestimmen unmöglich. Doch glaubte ich mit ziemlicher Sicherheit eine zwiefache Einmündung des aus den plastischen Organen kommenden Blutes in den linken Querstamm zu erkennen. Die Beobachtung ist wegen des noch immer hellen Blutes und der geringen Durchsichtigkeit der Bauchwand schwer zu einiger Bestimmtheit zu bringen.

Nie fand ich Blutgefässe auf dem grössten Theile des Dottersackes, obgleich hier die Bauchwand durchsichtig genug ist, um auch ungefärbte Ströme erkennen zu lassen. Da Rathke auf dem Dottersacke des Schleimfisches ein ansehnliches Gefässnetz fand, diese Gefässe auch auf dem Dottersacke des Haifisches sehr stark sind und ich sie auf demselben Theile von Embryonen des *Anableps tetrophthalmus*, die wenigstens 40 Jahre in Weingeist gelegen haben, ungemein stark finde, die Dottersäcke dieser Fische aber alle heraushängend sind, so ist wohl nicht zu zweifeln, dass der Grund der Bildung von Gefässnetzen auf ihnen darin liegt, dass sie unbedeckt von den Bauchwänden herabhängen, und auf ihnen das Blut eine Umänderung erfährt, die dem Athmen analog ist.

---

*) Ueber die Entwickelung der Thiere Bd. I. S. 87. 213 u. a. O.

**) Eben so scheint es in Percoiden nach Carus Darstellung. Denn dass sich die Lebervenen-Verschlingung zuerst und dann zwischen diese hinein die Leber sich bilde, wie der Verf. (S. 17) sich ausdrückt, möchte wohl zu sehr aller Bildungsgeschichte entgegen seyn.

Ueber die Blutbildung in den Fischen Etwas zu sagen, scheint nach Döllinger's Darstellung in den Denkschriften der Münchener Akademie Bd. VII. ziemlich überflüssig. Ich will auch diese Gelegenheit nur benutzen, um darauf aufmerksam zu machen, dass man die Entstehung von Blut und Blutströmen in den Embryonen der Fische mit viel mehr Sicherheit beobachten kann, als in allen Embryonen, die mir bisher vorgekommen sind. Wenn man in der Keimhaut des Hühnchens das Zusammenfliessen von Blutinseln gesehen zu haben glaubt, so scheint es mir, dass man einen viel spätern Moment vor Augen hätte, die Zeit nämlich, wo schon bedeutende Blutmassen sich angehäuft haben und wegen der netzförmigen Vertheilung der Rinnen dem unbewaffneten oder schwach bewaffneten Auge als Inseln erscheinen. Ich habe wenigstens stets, wenn ich Blut-Inseln zu sehen glaubte, bei näherer Untersuchung verbindende Rinnen entdeckt. Ueberhaupt scheint es mir unmöglich, in dem Gefässhofe des Vogel-Embryo die erste Bildung der Rinnen zu erkennen. Im durchsichtigen Fruchthofe wäre es möglich, wenn es gelänge, lange genug das Wasser, in welchem der Embryo liegt, in der nöthigen Temperatur zu erhalten. Ganz anders ist es in den Fisch-Embryonen, wo in den durchsichtigen Theilen die zartesten Ströme sich erkennen lassen. Hier aber sieht man nicht, getrennt von Blutströmen, Bluttropfen sich bilden, die erst später sich unter einander oder mit den bestehenden Strömen verbänden. Wenn die geronnene Substanz des Körpers Blut wird, so fliesst sie auch in einer nothwendigen Richtung in einen Blutstrom, und wenn sie nicht fliesst, so ist sie eben noch nicht Blut, grade so wie das schon geformte Blut, wenn es aufhört zu fliessen, auch aufhört, Blut zu seyn.

Dass durch das strömende Blut erst die Wandungen allmählig werden, möchte auch bei keinem andern Embryo so vor Augen liegen, als hier. Da Döllinger grade diesen Moment so unvergleichlich entwickelt hat, so ist jeder Zusatz überflüssig. Freilich scheint man von einigen Seiten in neuester Zeit eine Gefässwand annehmen zu wollen, weil sonst das Blut keine vorgeschriebene Bahn habe. Allein diese Bahn wird durch Ausfurchung der geronnenen Substanz des Thierstoffes vorgeschrieben und ist also auch nicht ganz frei, was, im strengsten Wortsinne genommen, auch baarer Unsinn wäre. Erst allmählig wird eine selbstständige Hülle des Blutstromes. Man kann sie an den grössern Stämmen der Blutgefässe des vorgerückten Fisch-Embryo durch zarte Schatten erkennen.

Ein Verhältniss jedoch hat Döllinger mit bestimmten Worten hervorzuheben unterlassen, obgleich man es aus seiner Abbildung folgern kann; ich meine die Ernährung ohne bestimmte Blutbahnen, oder entfernt von ihnen. Im hintern Theile der Fisch-Embryonen ist ein bedeutender Theil ohne alle Blutbahnen und grade dieser, die Flosse mit ihrer Umgebung, ist so hell, dass man die zarteste Strömung finden müsste, wenn Blutkörner sich bewegten. Man kann also als gewiss ansehen, dass in diesen glashellen Theilen wenigstens kein vollkommenes Blut mit Blutkörnern sich bewegt. Dennoch verändert sich die Gestalt der Flosse, sie wächst mit dem übrigen Fische, erhält allmählig eine andere Form, und was mir die Hauptsache scheint, sie verändert sich in ihrem Gewebe. Nachdem sie vor dem Ausschlüpfen glashell gewesen war und man nur mit Mühe etwas fester geronnene Körnchen in ihr entdeckt hatte, werden diese wenige Tage später grösser, dunkler und stehen bestimmter gereiht. Hier ist also wohl Ernährung durch Infiltration oder das, was Dutrochet Endosmose genannt hat. Wollte man auch annehmen, es wären zarte Rinnen von blossem Blutwasser da, so lässt sich eine solche Hypothese durch die Beobachtung vielleicht nicht mit Sicherheit widerlegen; allein so viel scheint mir unläugbar, dass die Körnchen des Thierstoffes nicht sitzen gebliebene Blutkörnchen sind. Hat man aber auch nur hier den augenscheinlichen Beweis, dass die histologischen Elemente der festen Theile nicht unmittelbar aus den

histologischen Elementen des Blutes stammen, so darf man wohl annehmen, dass dasselbe für alle feste Bildungen gilt und hat keinen Grund zu glauben, dass die Nervenkügelchen enthülsete Blutkügelchen sind.

§. 3. *Bemerkungen über die Ausbildung des Kiemen-Apparates.*

Ueber den Kiemen-Apparat würde ich nach den gründlichen und vollständigen Untersuchungen von Rathke gar nichts sagen, wenn nicht auf unsrer Tafel in Fig. 21. ein Kiemen-Apparat aus dem fünften Tage bereits dargestellt wäre. Diese Abbildung war bestimmt, es zu versinnlichen, wie die Kiemen der Fische ausser in der Zahl nicht wesentlich, sondern nur dem Grade nach von den Kiemen der Batrachier verschieden sind. Bei diesen stehen die Kiemenblättchen zuerst äusserlich hervor und werden nur, indem der häutige Kiemendeckel vom Unterkiefer aus sich nach hinten verlängert, überdeckt; sie erscheinen dann als innere Kiemen, indem die obersten Kiemenspitzen, die bedeutend länger waren, als die übrigen, zugleich verkümmern. Aber auch vor der Verdeckung sind die vorragenden Kiemenspitzen nicht die einzigen, sondern nur die längern; die auf der untern Hälfte der Kiemenbogen sitzenden Kiemenspitzen sind zu klein, um äusserlich sichtbar zu werden.

An den Embryonen der *Cyprinus*-Arten sind auch die obern Kiemenspitzen länger als die tiefer stehenden und ragen in der ersten Zeit äusserlich hervor, jedoch sehr viel weniger als in den Larven der Batrachier. Nur auf dem ersten Kiemenbogen sind sie von der Kiemenhaut verdeckt, auf den drei folgenden nicht. Sie sind aber so durchsichtig, dass es schwer wird, sich davon zu überzeugen. Deutlich sieht man die vorragenden Spitzen an Embryonen der ersten Tage, wenn sie durch verdünnte Säuren erhärtet sind, von denen freilich der Kiemendeckel etwas gewaltsam verkürzt wird. In Embryonen aus der zweiten Woche sehe ich jedoch die obern Kiemenspitzen ohne künstliche Zubereitung vorragen.

In unsrer Abbildung, die nach dem Leben und nicht nach einem erhärteten Embryo gemacht ist, sieht man auf der einen Seite die Kiemenhaut (u) erhalten, um anzudeuten, wie sie noch nicht alle Kiemenbogen überdecken kann, und dass also mehrere Kiemenspalten da sind. Erst sehr viel später (um die 6te Woche) überragen Kiemendeckel und Kiemenhaut sämmtliche Kiemen. Auf der andern Seite ist die Kiemenhaut (v) weggeschnitten, um das werdende Zungenbein zu zeigen.

Die Kiemenspalten sind um diese Zeit rasch gewachsen, doch dürften sie in der Abbildung 22. von einem um drei Tage jüngern Embryo wohl wegen der Pressung etwas zu klein erscheinen.

Kiemenbogen und Kiemenspalten sind beim ersten Auftreten fast senkrecht. Indem aber das Maul durch Verlängerung der Kiefern nach vorn rückt, wird durch das Zungenbein der untere Theil der Kiemenbogen auch nach vorn gezogen und so nehmen rasch die Kiemenspalten eine schiefe Stellung an. Da zugleich aber der Kopf sich nach hinten schiebt, so kommen die Kiemen unter den Kopf zu liegen.

§. 4. *Entwickelung der Schwimmblase.*

Wenigstens die hintere Schwimmblase der *Cyprinus*-Arten ist ihrer Entwickelung nach eine Art von verkümmerter Lunge; denn wie die Lungen der luftathmenden Wirbelthiere ist auch die hintere Schwimmblase dieser Fische eine Ausstülpung aus der vordersten Region des Speisekanals. Ja ihr Kanal hat ganz die Form der Luftröhre in frühester Zeit und es hat den Anschein, als ob die Luft, die sich einige Tage nach dem ersten Auftreten der Schwimmblase in ihr zeigt, eingeschluckt würde, wie in den Fröschen. Es ist mir sogar wahrscheinlich, dass diese Luft mehrmals erneuert wird und die Fische während einiger Tage durch Lungen und Kiemen athmen, wie die Batrachier während einer längern Zeit.

Die erste Bildung der Schwimmblase ist sehr verdeckt. Aeusserlich ist sie erst mit Sicherheit kenntlich, wenn sie Luft enthält. Geht man von dieser Zeit rückwärts, so findet man sie unter dem Mikroskope auch vorher durchschimmernd. Allein die ersten Anfänge sind immer nur durch sehr mühsame und für die Kleinheit des Objektes etwas gewaltsame Zergliederungen aufzufinden.

An eben ausgeschlüpften Embryonen habe ich auf keine Weise eine Spur von einer Schwimmblase finden können, doch schon gegen den Schluss des ersten Tages fand ich, wenn ich aus Embryonen, die durch Salpetersäure erhärtet waren, den zarten Darmkanal auslöste, ganz nach vorn zwei kleine Ausstülpungen (Fig. 23.), beide in Form von hohlen Wärzchen ohne Stiel und weniger als 1/40 Linie hervortretend. Doch sah man deutlich, dass die eine dieser Hervorstülpungen nach hinten gerichtet war, die andere grade aufsass oder vielleicht etwas nach vorn sich richtete. Das seitliche Lagenverhältniss würde ich gar nicht haben bestimmen können, wenn ich nicht mit dem Speisekanale an seinem Anfange zwei sehr zarte Stiftchen von etwas dunklerer Masse abgelöst hätte. Diese Stiftchen halte ich für die hintersten Kiemenbogen oder die Schlundkiefer. Richtete ich nun das Präparatchen so, dass beide Stifte auseinander lagen, so kamen auch die beiden Hervorstülpungen seitlich zu liegen. Dass diese Ansicht von der Bauchseite ist, ward erst durch den weitern Verfolg erwiesen.

Am zweiten Tage fand ich die eine Hervorstülpung keulenförmig, nach hinten stark verlängert, die andere weniger vergrössert. Dass die Ansicht, die in Fig. 24. gegeben wird, eine seitliche ist, konnte ich am dritten Tage mit Sicherheit erkennen.

Um diese Zeit sieht man nämlich in der seitlichen Ansicht (Fig. 25.) die Keule verlängert, mit ziemlich dicker Wandung und nach dem Rücken hin gerichtet. Die andere Vorragung ist nach dem Bauche gekehrt und ihre innere Höhlung, von einer noch dickern Masse umgeben, die wahrscheinlich in Lappen getheilt war, ohne dass man sie äusserlich erkennen konnte, war verzweigt. Die letztere Ausstülpung musste ich für die Leber halten und die erstere für die Schwimmblase. Beide lagen aber nicht in der Mittelebene des Körpers, wie die Ansicht von der Bauchfläche (Fig. 26.) lehrt, denn von dieser Seite aus gesehen, lag die Schwimmblase etwas rechts, so dass sie zum Theil seitlich über den Verdauungskanal vorragte, zum Theil durch ihn verdeckt durchschimmerte. Man erkennt hieraus, dass Fig. 23. auch die Ansicht von der Bauchfläche ist und dass die Schwimmblase aus der rechten Seitenwand des Verdauungskanals sich hervorstülpt, und immer mehr nach hinten rückt. Dadurch wird es auch vielleicht verständlich, dass hier (am ersten Tage) die Schwimmblase weiter nach hinten einzumünden schien als die Leber, indem die Einmündung selbst etwas verdeckt seyn mochte. Auffallend bleibt es freilich, dass die Leber demnach auf der linken Seite hervortrieb. Allein ich muss bemerken, dass man auch am lebenden Fische die Leber am 3ten und 4ten Tage immer deutlicher von der linken Seite, als von der rechten sieht und dass man die Verzweigung der Pfortader nur von der linken Seite mit Sicherheit erkennt.

Am 4ten und 5ten Tage richtet sich die Schwimmblase ganz nach hinten und gegen den Rücken. Sie wird viel grösser und weiter. Sie lässt zwei Abtheilungen erkennen (Fig. 27.), eine längliche Blase und einen hohlen Stiel, der die Luftröhre, oder, da er nicht ursprünglich aus der Mitte kommt, vielmehr der Bronchus dieser einfachen Lunge ist *). Um diese Zeit ist die Schwimmblase auch im lebenden Fische, wenn er auf der Seite liegt, unter dem Mikroskope zu erkennen. Sie enthält noch keine Luft.

*) Um nicht in lange Seitenwege mich zu verlieren, nenne ich hier die Schwimmblase gradezu Lunge. In einem ausführlichen Anhange werde ich zu zeigen suchen, dass die gewöhnliche Schwimmblase nur an den allgemeinsten Verhältnissen der Lunge Theil nimmt.

Bald aber erscheint sie mit Luft gefüllt, gewöhnlich am 5ten Tage oder, noch später (selten am 4ten, wenn es sehr warm ist). Dadurch wird sie plötzlich viel grösser und ist nun auch am lebenden Fische selbst vom Rücken her mit unbewaffnetem Auge sehr kenntlich. Es ist derselbe Theil, den Bloch für den Magen des Embryo hielt.

Die nicht allmählige sondern plötzliche Anfüllung mit Luft lässt schon vermuthen, dass diese verschluckt ist. Hierzu kommt noch, dass um dieselbe Zeit die Fische eifrig die Oberfläche des Wassers aufsuchen und mehrere Tage darin fortfahren. Hindert man sie daran, so sterben sie bald ab. Ich vermuthe daher, dass die Luft öfter erneuert wird und die Fischchen also einige Tage hindurch mit den Kiemen und der Lunge zugleich athmen. Nach wenigen Tagen scheint aber das Bedürfniss der Luftathmung aufzuhören, denn die Embryonen sterben nicht mehr, wenn man sie von der Oberfläche des Wassers abhält, so lange die Luft Zutritt zu dem Wasser behält. Dennoch wird, auch wenn der Kanal der Schwimmblase schon eng ist, noch Luft verschluckt, die man in kleinen Bläschen im Darme findet. Der Kanal der Schwimmblase (der Bronchus) wird schon am Schlusse der ersten Woche enger und gewinnt allmählig die Gestalt, die er in späterer Zeit hat und die kaum erwarten lässt, dass er durch Hervorstülpung gebildet ist.

Die Schwimmblase, von der wir bisher gesprochen haben, ist die hintere Schwimmblase der *Cyprinus*-Arten. Sie ist, wie man aus der Darstellung ihrer Entwickelung sieht, die rechte Lunge des Thiers. Von einer ihr gegenüber liegenden linken Lunge habe ich zu keiner Zeit eine Spur finden können.

Wenn nun die hintere Schwimmblase der Karpfen-Arten, wie ich nach den erzählten Erfahrungen glauben muss, einige Zeit hindurch als Lunge funktionirt, so giebt sie einen auffallenden Beweis gegen die Lehre, dass jede Thierform in ihrer Entwickelung nur die unter ihr stehenden Formen stufenweise durchlaufe. Die Athmung der atmosphärischen Luft ist ohne Zweifel eine höhere Lebensform, als die Athmung der im Wasser enthaltenen Luft. Sie würde aber der an einem andern Orte (Entwickelungsgeschichte der Thiere Bd. I. S. 224 u. s. w.) von uns entwickelten Lehre, dass je weiter zurück in ihrer Lebensform wir zwei differente Thierformen vergleichen, um desto mehr wir sie übereinstimmend finden, einen auffallenden Beleg geben. Die Batrachier und die Fische sind einige Zeit hindurch Lungen- und Kiementhiere zugleich, jene werden aus diesem Indifferenzzustande zu Lungenthieren, diese zu Kiementhieren herausgebildet.

Die vordere Schwimmblase der *Cyprinus*-Arten, die im erwachsenen Zustande mit der hintern communicirt, bildet sich sehr viel später. In der vierten Woche sieht man sie plötzlich schon ziemlich gross und mit Luft gefüllt. Da um diese Zeit der Leib des Fisches schon sehr undurchsichtig im Verhältniss zu der zarten Schwimmblase, die umgebenden Theile für eine Zergliederung aber sehr fest sind, so ist es ungemein schwierig, ihre Entwickelung zu verfolgen. Doch hatte ich vorher und zwar schon gegen den Schluss der ersten Woche, einen kleinen hellen Raum, also wohl ein Bläschen, hinter dem Ohre gesehen, auch bemerkt, dass der helle Raum sich gegen die Schwimmblase allmählig vergrösserte. Obgleich ich nun wegen zunehmender Undurchsichtigkeit des Fisches und wegen den gewaltsamen Verletzungen bei Zergliederungen diesen Raum nicht so lange verfolgen konnte, bis er die hintere Schwimmblase völlig erreichte, so vermuthe ich doch, dass die letztere sich in ihn zuletzt öffnet oder einstülpt, und aus einer einfachen Schwimmblase eine doppelte wird. Die vordere wäre ursprünglich eine Verlängerung des Ohrs, was an Weber's Entdeckung der Gehörknochen erinnert.

§. 5. *Ueber den Verdauungsapparat.*

Dass die Mundöffnung erst am Uebergange des ersten Tages in den zweiten durchbricht, erkannte ich an Embryonen aus dieser Zeit, die ich erhärtet hatte und an denen es gelang, die Oberhaut abzuziehen. In ihr sah ich ein sehr feines Löchelchen für den Mund. Bald erhält dieser die Form einer wirklichen Spalte, liegt aber anfangs an der untern Fläche des Kopfes und erreicht dessen Spitze erst allmählig mit der Gradstreckung aller Kopftheile. Da die Mundöffnung im Augenblicke der Enthüllung noch völlig geschlossen ist, so ist es nicht zu bezweifeln, dass durch die vorräthige Dottermasse der ausgeschlüpfte Embryo zu Anfange ernährt wird, aber auch nach der Bildung des Maules scheint noch der Dotter der natürliche Nahrungsstoff, da die jungen Embryonen in ganz reinem, von organischen Resten freiem, Wasser sich erhalten lassen. Zwar dürfte auch wohl Wasser durch den Mund oder die Gesammtheit des noch zarten Leibes aufgenommen in die organische Substanz desselben übergehen, es ist jedoch wohl nicht glaublich, dass dieses allein hinreichen werde, den Körper zu ernähren.

Der Darmkanal ist am fünften Tage schon sehr weit, ganz grade und neben dem kleiner gewordenen Dottersacke leicht sichtbar, zuweilen mit dunklem Inhalte angefüllt. In späterer Zeit sieht man aber auch Luftbläschen im Darme. Da der Magen in *Cyprinus*-Arten nie sehr verschieden vom Darme aussieht, so darf es nicht wundern, dass man ihn im Embryonenzustande nicht unterscheiden kann. Auffallender ist es aber, dass die erste Spur der Leber so nahe an den letzten Kiemenbogen gefunden wird, wie unsre Fig. 23. zeigt. Hieraus wird kenntlich, dass der Theil des verdauenden Kanales, der Magen werden soll, um diese Zeit (die Abbildung ist vom ersten Tage nach dem Ausschlüpfen) ungemein kurz ist; am fünften Tage ist er nur wenig länger und sehr eng, dagegen ist hinter der Leber der Mitteltheil des Darmes sehr weit.

Dass jene rundliche Ausstülpung die Leber ist, habe ich bei Gelegenheit der Schwimmblase erwähnt und die fernere Bildung (Fig. 24—27.) lässt hierüber keinen Zweifel.

Dass die Leber bald an der Bauchwand und die Schwimmblase nach dem Rücken zu liegt, scheint anzudeuten, dass der vordere Theil des Speisekanals sich frühzeitig in derselben Richtung dreht, wie in Embryonen höherer Thiere, so nämlich, dass die Bauchfläche des Speisekanals sich nach rechts wendet *).

Der Dottersack, der vom dritten Tage an rasch abnimmt, liegt nun deutlich unter dem Darme. Er scheint dicht hinter der Leber in den Darm zu münden. Vielleicht ist die Einmündung auf der rechten Seite des Darmes **). So viel ist mir klar, dass am fünften Tage der Dottersack den Bauch in der Regel oder immer mehr nach rechts als nach links auftreibt. Hieraus liesse es sich erklären, warum die Leber Anfangs nach links gedrängt ist. Nach 10 Tagen ungefähr ist er ganz geschwunden.

Wann der After sich öffnet, lässt sich bei der ungemeinen Dünne dieser Gegend nicht mit Sicherheit bestimmen, zumal da auch der Mastdarm lange sehr zart ist. Doch schien mir am zweiten Tage nach dem Ausschlüpfen der After nicht verschlossen.

Mehrere Tage hindurch verharrt der gesammte Speisekanal so nahe an der Wirbelsäule, dass man kein herabhängendes Gekröse erkennt. Am 5ten und 6ten Tage jedoch ist der Darm schon so weit von der Wirbelsäule abgerückt, dass man ein zartes Häutchen zwischen beiden sieht. Ich zweifle nicht, dass

---

*) Ueber die Entwickelungsgeschichte der Thiere Bd. I. Drehung des Magens S. 69. 80. 96.

**) Dass der Dottersack auf der rechten Seite seine Einmündung hat, scheint auch aus Rathke's Darstellung der ursprünglichen Krümmung des Schleimfisches hervorzugehen (a. a. O. S. 10).

seine Entstehung so ist, wie in Säugethieren und Vögeln. Denn schon am dritten Tage sahe ich zwei blattförmige Uebergänge von der Wirbelsäule zum Darme, zwischen welche sich die Schwimmblase hineindrängt. Das ist wohl der Raum, den ich beim Hühnchen Lücke des Gekröses genannt habe.

§. 6. *Harnapparat.*

Für die Beurtheilung des Harnapparates ist es von der grössten Wichtigkeit, dass er so ungemein früh entsteht und dass der Harnleiter gleich Anfangs vom Darmkanale getrennt scheint. Zur Zeit, wenn die erste Blutbewegung erkannt wird, sieht man nur einen Gang in der Aftergegend. Es war natürlich, dass ich ihn zuvörderst für den Mastdarm ansah. Da aber später zwei hinter einander liegende Gänge erschienen, von denen der hintere deutlich, der vordere ungemein zart begränzt sich zeigte, so konnte ich nicht umhin zu glauben, dass der Harnleiter früher eine gewisse Selbstständigkeit erhält, als der Mastdarm, mag auch dieser immerhin früher angelegt seyn, als man ihn mit Sicherheit unterscheidet; denn so lange die Begränzung eines innern Theiles noch ganz weich ist, bleibt es immer unmöglich, ihn zu erkennen. Das sehr frühe Auftreten dieser Nieren muss auf die Vermuthung leiten, dass sie den Primordial-Nieren der höhern Wirbelthiere entsprechen. Dafür zeugt auch ihr nahes Anliegen an der Wirbelsäule, so wie ihre Länge und das bleibende enge Anschliessen der hintern Vertebralvenen an sie. Auch ihr Ansehn bestätigt diese Vermuthung, denn obgleich ihr erstes Erscheinen wegen des engen Anliegens an der Wirbelsäule und der darüber gebogenen Queerfortsätze fast gar nicht zu beobachten ist, so erkennt man doch, sobald das Fischchen nur irgend eine Zergliederung erlaubt, eine Reihe Beutelchen oder kurzer Secretions-Röhren an einen hohlen Faden gereiht. Diese Beutel werden deutlicher, wenn die Schwimmblase erschienen ist und man sie über ihr ausgespannt sieht. Diese Nieren scheinen schon ursprünglich an gewissen Stellen zusammen zu fliessen, also zwischen Gekröse und Wirbelsäule zu liegen.

Gegen diese Ansicht lässt sich freilich das Bedenken erheben, dass die Primordial-Nieren der höhern Thiere eine wesentliche Veränderung im Venensysteme des Embryo bewirken *), die in den Fischen gar nicht eintritt. Allein weil sie nie eintritt, ist es auch begreiflich, dass die Primordial-Nieren nie schwinden, sondern bleiben und eben weil sie keine wesentliche Veränderung erleiden, bleibt auch die Umänderung im Gefässsystem unvollendet. Die Schwanzvene kommt gar nicht in Verbindung mit einer Vene, die für die Hohlvene gelten könnte. Ich würde also in diesem Einwurfe nur eine Bestätigung finden. Mehr Bedenken macht mir die Entdeckung der Primordial-Nieren in den Embryonen der Batrachier durch J. Müller. Allein dieses Bedenken scheint mir nicht gewichtig genug, um das zu diesen Nieren bleibende Verhältniss der hintern Wirbelvenen aufwiegen zu können. Hiernach scheint es, dass nur in denjenigen Thieren, welche Lungen erhalten, die ersten Nieren mit spätern vertauscht werden. Wo also zweierlei Athmungsorgane auf einander folgen, da folgen auch zweierlei Nieren.

§. 7. *Bemerkungen über Skelet- und Muskelbildung.*

An dem ausgeschlüpften Embryo sieht man deutlich, dass die Wirbelsaite nicht ganz bis in das äusserste Ende des Fischchens reicht, sondern wie ein zugespitzter Pfahl in der Masse steckt, welche zum Schädel sich ausbildet. Hinten reicht er aber bis in die äusserste Spitze des Skelettes. Beide Verhältnisse sind bleibend im Stör **).

---

*) Vergleiche hierüber den zweiten Band des Werkes: Ueber Entwickelung der Thiere.

**) Rathke stellt es in Frage, ob das vorderste Ende der Wirbelsaite im Schleimfisch knopfförmig oder spitzig sey.

Rathke erkannte einen Unterschied von Scheide und Kern in der Wirbelsaite des Schleimfisches. An den *Cyprinus*-Embryonen habe ich diesen Unterschied nicht gewahr werden können, obgleich er sich erwarten lässt, da er in den Stören und Lampreten bleibend ist.

Am Ende des ersten Tages nach dem Ausschlüpfen ist jedoch die Wirbelsaite von etwas bedeckt, was sie wie dünne Platten umgiebt — es sind die werdenden Wirbelkörper. Deutlich erkennt man, dass diese Wirbelkörper nicht ungetheilte Ringe sind, welche die Wirbelsaite umgeben, sondern dass sie aus mehreren Stücken bestehen, die durch Nähte an einander gefügt sind. Auch dieses Verhältniss ist bleibend bei den Stören. Der Wirbelkörper verwächst also aus mehreren Stücken, und eine seitliche Naht scheint anzudeuten, dass diese Stücke Verlängerungen der früher gebildeten obern und untern Wirbelbogen sind (Fig. 20).

Was die untern Wirbelbogen betrifft, so habe ich diejenigen, welche sich in der Bauchwand schon sehr früh erkennen lassen, für die Queerfortsätze angesprochen. Ich hatte dazu keinen andern Grund, als den, dass die Rippen, wenn sie einige Wochen später in der Seitenwand des Bauches sich deutlich zeigen, ungemein dünn sind. Vielleicht enthalten aber, und das möchte wohl die richtigste Deutung seyn, jene früh sich zeigenden Streifen die Queerfortsätze und Rippen im ungesonderten Zustande. Auch sind ja in ausgewachsenen *Cyprinus*-Arten die Queerfortsätze nach vorn fast auf nichts reducirt.

Sehr auffallend war es mir, dass vom fünften Tage an die hintere Spitze des Stammes der Wirbelsäule sich nach oben krümmt, so dass die Schwanzflosse, die nun anfängt, sich mehr auszubilden, nicht symmetrisch an der Spitze sitzt, sondern mehr nach unten gegen das letzte Ende der Wirbelsäule angefügt ist, ein Verhältniss, das auch in den Knorpelfischen sich bleibend zeigt.

Die knorpelige Grundlage des Skelettes entwickelt sich also in dieser Aufeinanderfolge: Zuerst entsteht die Wirbelsaite in der ganzen Länge (bleibender Zustand im *Ammocoetes*); dann bilden sich die obern Bogen und zwar zuerst die untere, dem Wirbelstamme zugekehrte Hälfte (bleibender Zustand im *Petromyzon*), bald aber verlängert sich diese zur obern Hälfte. Es entstehen eben so die untern Bogen. Aus den obern und untern Bogen erwachsen die Wirbelkörper, welche in Form von getheilten Ringen die Wirbelsaite umgeben; im Schwanzende erreichen die obere und untere Hälfte der Wirbelkörper einander eine Zeitlang nicht (bleibender Zustand im Stör). Diese Wirbelkörper verdicken sich endlich nach innen und schnüren die Wirbelsaite paternosterförmig ab, so dass aus der Wirbelsaite die Summe der Zwischenwirbelkörper wird, wie ich nach Vergleichung der Skelette ausgewachsener Knorpelfische vermuthet hatte *). Deswegen kann man in den ersten zwei bis drei Tagen die Wirbelsaite aus den Wirbelkörpern in Form einer Schnur herausziehen, später, wenn die Wirbel sich verdickt haben, nicht mehr.

Zu bemerken ist noch, dass die Bildung der Wirbelbogen nicht in der ganzen Länge des Fisches gleichzeitig ist, sondern erst allmählig nach hinten fortschreitet, hiermit also auch überhaupt die Gliederung des Thiers.

Ich bemerke hierzu, dass in den *Cyprinus*-Arten und im Barsche die Wirbelsaite, sobald sie deutlich ausgebildet ist, sich mit einer Spitze endet, dass man dasselbe Verhältniss ungemein deutlich an Frosch-Embryonen sehen kann, aus denen die Wirbelsaite sich ganz leicht ohne irgend eine Verletzung ausarbeiten lässt, wenn man sie vorher erhärtet hat. In der ersten Anlage ist aber dieser Theil in den Fischen kaum zu sehen, theils wegen der geringen Färbung, theils wegen der tiefen Rückenfurche, und nur bei der ersten Bildung hatte ich beim Hühnchen ein kleines Knöpfchen am vordern Ende bemerkt. Später ist auch hier eine Spitze und da ich jenes Knöpfchen nur ein Paar mal deutlich gesehen habe, so mag es rasch vorübergehen, oder vielleicht eine abweichende Bildung gewesen seyn.

*) Zweiter Bericht der anatomischen Anstalt zu Königsberg.

Die Muskelbildung zeigt sich immer erst, nachdem die Gliederung im Skelette schon deutlich erfolgt ist. Auch gehen keine Gefässe in den Theil des Leibes, der noch keine Gliederung erfahren hat. Es geht also die Skeletbildung nicht nur im Allgemeinen jeder andern gesonderten Bildung voran, sondern dieses gilt auch für jedes einzelne Glied.

§. 8. *Einige allgemeine Bemerkungen über die Ausbildung nach dem Ausschlüpfen.*

Das Wachsthum der *Cyprinus*-Arten ist ungemein langsam. Beim Ausschlüpfen hat *Cyprinus Blicca* die Länge von 2½ Linien. Nach drei Wochen sind die Embryonen erst 3½ Linien und nach 6 Wochen nur 5 Linien lang. Wenn die kleinen unentwickelten *Cyprinoiden*, die ich im Frühlinge häufig in demselben Wasser fand, in welchem der genannte Fisch so zahlreich laicht, dieser Art angehören, so erreichen sie im Lauf eines Jahres nur die Länge von ein und einem halben Zoll.

Ziemlich langsam entwickelt sich die primäre zusammenhängende häutige Flosse, die den Embryo von der Mitte des Rückens um den Schwanz herum bis unter den Bauch umgiebt, in die unpaarigen Flossen (Rückenflosse, After- und Schwanzflosse), indem in Intervallen die Haut schwindet, da aber, wo Flossen werden sollen, dünne Knochenstrahlen sich in ihr bilden. Aus diesem Grunde sehen sich die Embryonen nicht nur verschiedener Arten derselben Gattung, sondern selbst verschiedener Gattungen sehr ähnlich.

Diese Aehnlichkeit wird noch dadurch vermehrt, dass die Kiefer langsam hervorwachsen und also auch die Differenz des Maules spät hervortritt.

Von den paarigen Flossen ist die Brustflosse nicht nur viel früher kenntlich, als die Bauchflosse, die ich in der dritten Woche noch sehr klein fand, sondern sie entwickelt sich auch ziemlich rasch, da sie am vierten Tage schon einen breiten rundlichen Lappen bildet, der zum Rudern geschickt ist. Bis dahin finde ich sie der vordern Extremität ganz junger Vogel- und Säugthier-Embryonen eben so ähnlich als Rathke.

Das Gradestrecken des Kopfes schiebt den hintern Theil desselben über die Kiemen weg. Zugleich kommt auch die Brustflosse dem Kopfe verhältnissmässig immer näher und so schwindet denn jedes Ansehn von einem Halse vollständig.

In der Haut lagert sich vom dritten Tage an schwarzes Pigment in kleinen stern- oder baumförmig vereinigten Linien ab. Diese Sternchen bilden ziemlich bestimmte Reihen. Die eine läuft über die Mitte des Rückens fort, eine andere unter dem Schwanze, soweit untere Dornfortsätze da sind, dann theilt sie sich und geht auf jeder Seite, die Enden der Queerfortsätze deckend, bis zum Ohre; unter dem Bauch ist noch eine andere Reihe. Diese Pigmentablagerung vermehrt sich rasch, wenn die Fischchen in natürlichen Verhältnissen sind, sehr langsam aber, wenn man sie in kleinen Gefässen in reinem Wasser aufzieht. Ob es ihnen hier an passender, namentlich kohlenstoffreicher Nahrung fehlt? Ueberhaupt entwickelten sich die Fischchen bei mir in der Stube viel langsamer, als in ihren natürlichen Verhältnissen, wie Baumgärtner auch an den Forellen bemerkt hat *). Nur Eine Portion Embryonen wuchs bei mir viel kräftiger und gedieh bis über die sechste Woche. Ich hielt sie in einem grossen Glase, in welches ich eine Menge Conferven von der Gattung *Spirogyra* oder *Conjugata* gethan hatte. Im laufenden Jahre (1834) halte ich sie in einem Wasser, das ungemein reich an Infusorien ist, mit denen ich sie recht zu mästen gedachte, aber sie sind bleichsüchtig und haben in diesem Augenblicke, zehn Tage nach dem Ausschlüpfen,

---

*) Baumgärtner a. a. O. S. 14.

noch keine Luft in der Schwimmblase, die ich früher schon am fünften Tage bemerkt hatte. Wenn vielleicht diese Fisch-Embryonen in einer frühen Zeit die Sporen der Conferven fressen, was ich vermuthe, da der Inhalt des Darmes nach dem Schwinden des Dottersackes grün ist, so wäre dies eine neue Aehnlichkeit mit den Embryonen von Fröschen. Allgemein kann diese Nahrung freilich nicht für alle Fische nach dem Ausschlüpfen bestimmt seyn, denn wie sollten die Lachse, die Forellen, die Quappen im Winter vegetabilische Kost finden?

Hierbei drängt sich von selbst eine allgemeine Bemerkung auf. Vergleicht man die wenigen, bisher etwas genauer untersuchten, Fisch-Embryonen mit einander, so scheint es fast, als hätten sie eine um so grössere Aussteuer an Dottermasse mit auf die Welt gebracht, je mehr sie Winterzeit zu durchleben haben. Die Schleimfische, im Herbst erzeugt, sind am reichlichsten versehen, die Forellen und Lachse folgen nach der Zeit und dem Dottervorrathe. Die später kommenden Barsche und Karpfenarten haben weniger Dotter, und grade diejenigen Arten, welche einen feinkörnigen Rogen haben, wie der Zandt und die Schleie, laichen später als ihre Verwandten. Indessen wollen wir bei so geringer Anzahl von Thatsachen hiermit nur einen Fragepunkt für künftige Untersuchungen hinstellen, denn allerdings hat der Schleimfisch seinen Vorrath schon verbraucht, bevor er selbstständig die Lebensreise antritt und das Doppelauge (*Anableps*) hätte wohl kaum nöthig, an der Küste Südamerika's durch einen grossen Dottersack sich vor Mangel zu bewahren. Oder hat es den grossen Dottersack wegen des Aufenthaltes im mütterlichen Körper?

A n h a n g.

Ueber die Schwimmblase der Fische.

Seit längerer Zeit schon neigte sich die Mehrzahl der deutschen Physiologen und Zootomen zu der Ueberzeugung, dass die Schwimmblase der Fische eine verkümmerte Lunge sey, allein einen vollständigen Beweis hat man noch nicht geben können. Humboldt bemerkt deshalb am Schlusse seiner Untersuchungen über das Athmen der Fische: *Une grande analogie s'observe entre les poumons du Protée et la vessie natatoire des poissons. Mais de simples analogies de formes ne peuvent pas nous guider dans des recherches dans lesquelles chaque assertion doit être soumise à l'expérience* *). In der That lassen sich auch ganz gewichtige Einwendungen gegen die herrschende Meinung machen: der Mangel eines Ausführungsganges bei sehr vielen, ja den meisten Schwimmblasen, die Lage über dem Speisekanale, die Einmündung in die obere Wand desselben, die geringe Menge Blut, welche sehr viele Schwimmblasen erhalten. Wie wenig fest die gewöhnliche Meinung seyn musste, wurde deutlich, als man nach Weber's Untersuchungen über das Gehörorgan geneigt wurde, die Schwimmblase als Theil dieses Apparat's zu betrachten. Ja, der Mann, welcher nicht nur in der vergleichenden Anatomie, sondern insbesondere in der Kenntniss der Fische die gewichtigste Autorität ist, verwirft in seinem neuesten Werke **) die Analogie mit den Lungen ganz. „Man hat gemeint, sagt Cuvier, dass die Schwimmblase auch ein Hülfsorgan für die Athmung seyn könne und es ist gewiss, dass, wenn man sie einem Fische nimmt, die Erzeugung von Kohlensäure durch

---

*) *Mémoires d'Arcueil. Tome II. p.* 404.

**) *Cuv. et Valenciennes: Histoire naturelle des poissons. Vol. I. p.* 527.

die Kiemen fast aufhört," wobei er sich auf die Versuche von Humboldt und Provençal beruft. Dann heisst es aber weiter in einer Stelle, die wir lieber unübersetzt mittheilen: *Mais ce qui a été dit aussi qu'elle est matériellement l'analogue du poumon, parce que dans certaines espèces elle communique avec l'oesophage, et qu'elle n'est pas plus dépourvue de cellules et de vaisseaux que les poumons des Salamandres, par exemple, ne nous paraît reposer sur aucun fondement réel.*

Solche Zweifel können nur durch die Beobachtung der Entwickelung gelöst werden, denn wenn wir ein Organ bis zu seinem Werden verfolgen und untersuchen, aus welchem Fundamentalorgane es hervorwächst, so erkennen wir unmittelbar Das, was man in neuerer Zeit die organische Bedeutung der Theile der verschiedenen Organismen genannt hat. Versuchen wir also aus unsern Beobachtungen die organische Bedeutung der Schwimmblase der Fische zu erkennen.

Da wir nun nachgewiesen haben, dass die hintere Schwimmblase der *Cyprinus*-Arten sich durch Ausstülpung aus dem vordern Theile des Darmes bildet, die vordere Schwimmblase aber einen andern Ursprung zu haben scheint, so muss sogleich die Frage uns entgegen treten, ob nicht überhaupt zwei Arten von Schwimmblasen zu unterscheiden sind? Es wird darauf ankommen, welche Schwimmblasen wir in die eine und welche wir in die andere Klasse zu setzen haben.

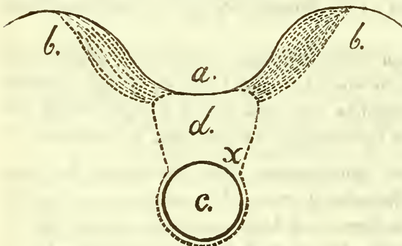
Alle Schwimmblasen, welche einen grossen Theil der Bauchhöhle einnehmen und einen Ausführungsgang in den Speisekanal haben, sind wohl für identisch mit der hintern Schwimmblase der Karpfen zu halten. Dass solche Schwimmblasen bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten, im Häringe z. B. durch den Boden des Magens in den Speisekanal einmünden, erscheint uns als eine Wandelbarkeit von sehr geringer Bedeutung, wenn wir bedenken, dass in den Knochenfischen überhaupt die Speiseröhre nichts als der Anfang des Magens ist, und wie ausserordentlich klein, fast auf nichts beschränkt im ersten Embryonenzustande derjenige Abschnitt des Speisekanals ist, der zum Magen werden soll. Die Stelle, aus welcher die hintere Schwimmblase von *Cyprinus Blicca* sich ausstülpt, liegt ursprünglich sehr nahe vom hintersten Kiemenbogen, aber auch sehr nahe vom Anfange des Darmes. Wächst nun später der vordere Zwischenraum mehr aus, so wird im erwachsenen Fische die Einmündung der Schwimmblase weit nach hinten liegen, wächst dagegen der hintere Zwischenraum stärker, so ist die Einmündung der Schwimmblase mehr nach vorn.

Ich zweifle auch nicht, dass die grössern verschlossenen Schwimmblasen, welche mehr oder weniger einen grossen Theil der Bauchhöhle einnehmen, mit denen, die einen Luftgang besitzen, einerlei Ursprung und Bedeutung haben. Da der Luftgang der hintern Schwimmblase vom *Cyprinus* in wenigen Tagen sich ausserordentlich verengt, so braucht er darin nur noch etwas fortzufahren, um sich ganz zu schliessen.

In der Gattung *Trigla* kann man hiervon deutlich die Spur erkennen. Die Schriftsteller erwähnen eines sehnigen Bandes, das von der Schwimmblase zum Speisekanal geht. Ich suchte es in einer in Weingeist aufbewahrten *Trigla* auf, und fand ganz dieselbe Form und Lage an diesem Gange, wie im Luftgange der Karpfen. Es unterscheidet sich aber nur dadurch, dass es flach und nicht hohl ist. Hierzu kommt noch, dass in den von Carus abgebildeten Embryonen, die ich nicht umhin kann für Percoiden zu halten, die Schwimmblase ganz dieselbe Gestalt und Lage hat, wie die hintere Schwimmblase der *Cyprinus*-Arten im frühen Zustande, obgleich erwachsenen Percoiden der Luftgang fehlt. Endlich habe ich von Rathke die briefliche Mittheilung erhalten, dass er in Embryonen von *Syngnathus*-Arten den Luftgang gesehen habe, der sich später schliesst, so dass nur noch durch Blutgefässe der Speisekanal mit der Schwimmblase in Verbindung steht.

Da diese gewöhnlichste Art der Schwimmblasen sich durch Ausstülpung aus dem Speisekanale dicht hinter dem letzten Kiemenbogen bildet, so darf man sie wohl unter die allgemeinste Categorie der Lungen setzen, dennoch ist nicht zu verkennen, dass sie von wahren und ausgebildeten Lungen nicht nur in der Lage und organischen Verbindung, sondern auch im Bau und sogar in der Entstehungsweise bedeutend genug abweicht, um wenigstens als eine besondere Art von Lungen oder bestimmter als ein Organ betrachtet zu werden, das nur in einigen Verhältnissen mit den Lungen übereinstimmt, in andern davon abweicht. Die Schwimmblase liegt nach dem Rücken zu und mündet, wenn sie einen Luftgang hat, in die Dorsalseite des Speise-Kanals. Es ist ferner ein ganz vergeblicher Versuch, in den meisten Schwimmblasen einen solchen Gefässreichthum und vor allen Dingen eine solche netzförmige Vertheilung der Blutgefässe zu suchen, wie in den wahren Lungen. Auch der Drüsen-Apparat, der in den geschlossenen Schwimmblasen so häufig ist, gehört nicht zu den Attributen der Lungen, und am wenigsten der einfachen Lungen. — Nach dem Rücken sind zwar auch die Lungen der Vögel gedrängt, allein dieses Verhältniss ist hier ein später eingetretenes und immer mündet die Luftröhre der Vögel von der untern Seite in den Speisekanal ein. Nun schien es mir zwar, wie oben ausführlich erörtert ist (VII. §. 4.), dass der Luftgang der hintern Schwimmblase der Karpfen nicht ganz in der obern Mittellinie, sondern etwas seitlich aus dem Speisekanal tritt, allein ihre Entwickelung bleibt immer von der Entwickelung der wahren Lungen darin verschieden, dass ihre Ursprungstelle der obern Mittellinie nahe liegt, und dass die Blase selbst sich sehr bald ganz nach oben richtet. Eine Folge davon ist, dass sie in die Lücke des Gefässes kommt, welches um diese Zeit noch nicht blattförmig ausgezogen ist.

Durch die geringe Verschiedenheit der Ursprungsstelle wird es auch wohl bedingt, dass die Luftblase der Fische keine vollkommene Lunge wird. Der Darm der Fische, wenigstens der Karpfen, bleibt lange Zeit dicht an der Wirbelsäule; die Gefässschicht des plastischen Blattes vom Keime ist also nicht zu einem Gekröse ausgezogen, wenn die Ausstülpung der Schwimmblase beginnt, sondern das Verhältniss wird etwa so seyn, wie in der hier beigedruckten Durchschnitts-Figur, wo *a* der Durchschnitt des Wirbelstammes, *b* der Nieren, *c* des Darmes ist, und die punktirte Linie die Gefässschicht, die continuirliche die Schleimhautschicht andeutet. Der Raum *d*, der zwischen dem Stamme der Wirbelsäule, dem Darme und beiden Uebergängen der Gefässschicht, von den Nieren zum Darme liegt, ist derselbe, welchen ich Lücke des Gekröses genannt habe.



Wenn nun die Schwimmblase sich bei *x* hervorstülpt, so kommt sie in die Lücke des Gekröses. Es scheint auch, dass sie nur durch Ausstülpung aus der Schleimhautschicht gebildet werde, wogegen wahre Lungen stets durch Ausstülpung desjenigen Theiles vom Darme entstehen, welcher gleich Anfangs Gefässschicht und Schleimhautschicht eng verbunden enthält. Dass die Schwimmblase erst später ihre Gefässe bekommt, wie jeder Theil, welcher, ohne aus der ursprünglichen Gefässschicht zu stammen, doch einer Ernährung unterworfen ist, lehrt der Umstand, dass die Arterien der Schwimmblase nicht aus den ursprünglichen Gefässbogen des Kiemenapparates stammen, wie die Lungenschlagader der Lungenthiere, sondern aus dem weitern Verlaufe der Aorta und nach den verschiedenen Fisch-Arten sehr wechseln.

Es geschah also nur, um ein vorläufiges Verständniss herbeizuführen, wenn ich früher die Schwimmblase der Fische kurz weg eine Lunge genannt habe, weil ein Wort zur Bezeichnung des beiden Organen gemeinschaftlichen Verhältnisses fehlt. Dagegen habe ich schon bei einer andern Gelegenheit meine Ueberzeugung dahin ausgesprochen, dass die Schwimmblase nur in den allgemeinsten Verhältnissen mit den Lungen übereinstimmt, im Besondern aber dasselbe Verhältniss im Rumpfe hat, welches die Nebenhöhlen der Nase, die sogenannten Sinus, im Kopfe der Lungenthiere zeigen *). Meine Ueberzeugung ist durch die Beobachtung ihrer Entwickelung nur bestätigt worden.

Werfen wir nämlich einen Blick auf den gesammten **pneumatischen Apparat** der Wirbelthiere oder jene hohlen, Luft enthaltenden Räume, welche mit dem Speisekanale in irgend einer Verbindung stehen, so finden wir, dass nur diejenigen verzweigten oder unverzweigten Säcke, welche sich ausdehnen und verengen können und eben dadurch abwechselnd die Luft aufzunehmen und auszustossen im Stande sind, wesentlich zur Umänderung des Blutes wirken. Es sind die wahren Lungen, welche sämmtlich mit der Ventralseite des Verdauungskanals in Verbindung stehen, die andern Theile des pneumatischen Apparates, die Nebenhöhlen der Nase, die Eustachische Röhre mit der Paukenhöhle, dienen nicht wesentlich zur Umänderung des Blutes und stehen mittelbar oder unmittelbar mit der Dorsalseite des Speisekanals in Verbindung. Eben so ist es mit der Schwimmblase. Sie ist keine wahre Lunge, sondern füllt mehr eine Lücke aus, welche durch anderweitige Verhältnisse der Entwickelung erzeugt wird, wie die Sinus. Es wäre lächerlich, zu glauben, dass die Höhlen in den Schädelknochen des Elephanten oder jedes andern Hufthiers ein wesentlicher Theil der Nase seyen. Es ist vielmehr offenbar, dass die innere Fläche des Schädels dem Bildungsgesetze des Hirns folgt, in der äussern Fläche aber andere Bildungsgesetze walten, je nachdem das Muskelsystem eine hohe Hinterhauptsleiste verlangt, wie beim Elephanten, oder Hörner hervorwachsen, wie beim Rinde. Der dazwischen übrig bleibende Raum wird, wenn er ansehnlich ist, vom pneumatischen Apparate ausgefüllt und zwar von dem zunächstliegenden Abschnitte desselben. So verlängert sich bei Säugethieren die Nasenhöhle in die meisten Knochenhöhlen des Schädels. Wo aber der Warzenfortsatz eine ansehnliche Oberfläche gewinnt, wie beim Menschen, ist es die Paukenhöhle, die mit den entstandenen Knochenzellen communicirt. In den Cetaceen stehen alle sogenannten Sinus mit der Eustachischen Röhre und durch diese mit der Paukenhöhle in Verbindung. Bei Vögeln sind die Knochenhöhlen des Kopfes theils Verlängerungen der Nase, theils der Eustachischen Röhre und überhaupt des Ohrs. Es kann bei diesem Wechsel nicht sehr auffallen, wenn die hohlen Rumpfknochen der Vögel von der Lunge aus ihre Luftsäcke erhalten.

Wollen wir nun aufsuchen, welche Schwimmblasen mit den vordern Schwimmblasen der *Cyprinus*-Arten übereinstimmen, und welche organische Bedeutung ihnen zukommt, so fassen wir zuvörderst die Gattung *Cobitis* ins Auge, deren Schwimmblase nicht nur durch eine Reihe Gehörknöchelchen mit dem Ohre in nächster Verbindung steht, sondern auch so klein ist, dass sie auf die Schwimmfähigkeit keinen bedeutenden Einfluss ausüben, auch bei der Armuth an Blut nicht zum Athmen dienen kann und nicht den gewöhnlichen Drüsen-Apparat der verschlossenen Schwimmblasen hat.

Unter allen Theilen des nicht athmenden pneumatischen Apparates scheint die Paukenhöhle die meiste Selbstständigkeit zu haben. Sie ist nicht blos Lücke, sondern dieser Luftraum steht im Dienste des Ohrs. Leider ist ihre Entwickelung nicht hinlänglich bekannt; denn Alles kommt hier auf die ersten

*) Isis 1826. S. 840.

Momente der Bildung an. Dass die Eustachische Röhre vom Speisekanale sich einstülpt, ist klar, allein dass diese Einstülpung nicht das allein Bedingende der Bildung der Paukenhöhle ist, lehren schon die Gehörknöchelchen, die nicht als Ausstülpung gedacht werden können und den Schlangen nicht ganz fehlen, obgleich ihnen die Eustachische Röhre abgeht. Sie liefern den Beweis, dass auch die primitiven Theile des Ohrs auf die Bildung der Paukenhöhle einwirken. Hiernach wird es weniger auffallen, wenn in den Fischen die Paukenhöhle gleichsam gedoppelt auftritt, einmal als unmittelbare Verlängerung des Gehörapparates, die Gehörknöchelchen enthaltend und zweitens als Luftsack, d. h. als vordere Schwimmblase. Wenn es nämlich darauf ankommt, die Schwimmblasen der *Cobitis*-Arten mit einem in den höhern Thieren gebräuchlichen Namen zu belegen, so möchte ich sie nicht das Paukenfell nennen, denn in denselben Fischen sehen wir deutlich, dass noch ein anderes Paukenfell in der äussern Fläche des Thieres liegt, wie es bei kaltblütigen Thieren gewöhnlich ist, und dass die sogenannte Schwimmblase hier anstösst. Noch weniger kann ich sie dem äussern Gehörgange vergleichen, denn dieser bildet sich durch Einstülpung der äussern Flächen und ist in der Gattung *Lepidoleprus* ganz unabhängig von der Schwimmblase da *). Vielmehr ist diese Schwimmblase ein Luftraum, der nur in so weit der Paukenhöhle entspricht, als diese nicht vom Ohr aus gebildet wird.

Nun wird zwar in den Lungenthieren die Paukenhöhle, in so fern sie nicht blos die Gehörknöchelchen enthält, durch Einstülpung als Eustachische Röhre gebildet. Allein die Eustachische Röhre kommt immer nur aus dem Theile des Speisekanals, der zugleich Luftkanal ist, aus der Rachenhöhle oder aus dem Nasengange, wie bei den Cetaceen. Sie kommt also eigentlich aus dem pneumatischen Apparate. Da aber in den Fischen die Nasenhöhle gar nicht bestimmt ist, Luft durchzulassen, so ist es wohl sehr natürlich, dass der Luftsack der Paukenhöhle mit ihr in keiner Verbindung steht. Ich halte also die sogenannte Schwimmblase der Gattung *Cobitis* für eine Paukenhöhle oder für einen Luftsack des Ohrs, der deshalb nicht mit der Nase in Verbindung steht, weil diese überhaupt vom pneumatischen Apparate gesondert ist, während sie in Lungenthieren, wo sie zugleich Luftgang ist, sich in die benachbarten pneumatischen Höhlen verlängert. Ob sie aber vom Speisekanal immer abgeschieden ist? — davon sogleich mehr.

Die vordere Schwimmblase der *Cyprinus*-Arten scheint auch hinter dem Ohr sich zu bilden. Sie steht auch durch Gehörknöchelchen mit diesem in Verbindung und unterscheidet sich nur darin, dass sie von Knochen nicht umschlossen ist. Sie dürfte also wohl in dieselbe Categorie gehören. Wenn später die hintere Schwimmblase, wie ich gesehen zu haben glaube, sich in sie einmündet, so darf es uns wenig wundern, da wir früher bemerkten, dass überhaupt benachbarte Theile des pneumatischen Apparates sich unter einander in Verbindung setzen. Sie wird dadurch einer Paukenhöhle mit Eustachischer Röhre nur noch ähnlicher.

Dass die vordere Schwimmblase der Karpfen und die Schwimmblase der *Cobitis*-Arten einzeln und nicht doppelt ist, darf gegen die Deutung als Trommelhöhle auch keinen Einwand abgeben, indem nach Weber's Untersuchungen diejenigen Fische, welche Reihen von Gehörknöchelchen besitzen, für beide Ohren schon innerhalb des Schädels einen gemeinschaftlichen Theil, den *sinus impar*, haben und die Theilung in zwei seitliche Hälften an der Schwimmblase von *Cobitis* überdiess sehr deutlich ist. Mehr würde es mich zweifelhaft machen, dass diese Paukenhöhle hinter dem Kopfe liegt, wenn nicht auch die Gehörknöchelchen, über deren Deutung man doch kaum Zweifel hegen kann, schon an oder in den Hals-

*) Otto in Tiedemann's und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. Bd. II. S. 87.

wirbeln lägen, und wenn nicht die Schlangen deutlich den Uebergang zeigten. Hier ist das Gehörknöchelchen so lang und so weit nach hinten gerichtet, dass es mit der Spitze auch über den Schädel hinausragend, neben den Halswirbeln liegt, freilich mehr von ihnen abstehend als die Gehörknochen der Fische.

Hiernach gehörten also die Schwimmblasen der Fische überhaupt zum pneumatischen Apparate, wären aber von doppelter Art, theils nämlich Lufthöhlen für das Ohr, theils Lufthöhlen für den übrigen Leib. Dass die letztern auf die Schwimmfähigkeit wesentlich einwirken, stimmt mit der Deutung, die wir ihnen geben, vollkommen überein; dass sie auch an der Athmung einigen Antheil zu haben scheinen, ist nicht dagegen, sondern vielmehr eine Bestätigung.

Doch möchten wir es nicht übernehmen, alle einzelnen bekannten Schwimmblasen in die zwei aufgestellten Rubriken zu vertheilen, da es jetzt noch zu sehr an Beobachtungen über ihre Entwickelungsweise fehlt, und es mehr darauf ankommt, Gesichtspunkte für die Untersuchungen anzustellen.

Es steht nicht einmal fest, ob nicht die Ohrblase in einer frühern Zeit mit der Rachenhöhle communicirt *), und ob nicht diese Communication in einigen Fischen bleibend ist. So scheint es uns, dass die von Humboldt abgebildete Schwimmblase von *Gymnotus aequilabiatus*, zu den Ohr-Schwimmblasen gehört. Sie ist nicht nur sehr klein, sondern arm an Gefässen und hat den Luftgang am hintern Ende, wogegen die entschiedenen Bauch-Schwimmblasen ihn am häufigsten am vordern Ende haben **). Vollständig werde ich hiervon durch die Zergliederung von *Gymnotus (Carapus Cuv.) macrourus Bloch* überzeugt. Hier ist eine hintere lange Schwimmblase, die sich, wie im electrischen Aale, weit nach hinten bis zwischen die Schwanzmuskeln verlängert und am vordern Ende einen Luftgang hat. Von ihr durch eine ansehnliche Lücke getrennt ist, eine vordere, sehr dickwandige kleine Schwimmblase, an welche sich Gehörknöchelchen anlegen und die einen Luftgang am hintern Ende hat. Nach Humboldt scheint es, dass *Gymnotus electricus* nur die hintere, *Gymnotus aequilabiatus* nur die vordere Schwimmblase hat ***).

Bei mehreren Schwimmblasen tritt freilich der Luftgang von der Mitte der untern Fläche aus der Schwimmblase hervor. Es wäre durch Beobachtung sehr früher Perioden zu ermitteln, ob solche Schwimmblasen ursprünglich zwischen beiden Arten in der Mitte stehen, oder ob sie zuerst nach hinten und dann nach vorn wachsen, so dass ihnen nur die Verschnürung fehlt, die in der Schwimmblase der Karpfen sich bleibend erhält. Man darf nämlich wohl vermuthen, dass alle Schwimmblasen, an welche eine Reihe von Gehörknöchelchen geht, auch in ihrer Ausbildung eine nahe Beziehung zum Ohr beurkunden, wogegen das blosse Anlegen der Schwimmblase an Lücken des Schädels, auf welches Weber grosses Gewicht legt, vielleicht nur auf ganz allgemeinen Beziehungen des pneumatischen Apparats zu dem Ohre beruht.

Ich kann diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne einer Betrachtung zu erwähnen, welche mich lange bestimmt hatte, die hintere Schwimmblase der Fische als ganz identisch mit der Lunge anzusehen.

Vergleichen wir die Lage und Verbindung der Harnblase durch die gesammte Thierreihe, so finden wir sie in den Säugethieren vor und unter, in den Fischen hinter und über dem Mastdarme, und wir können durch Zwischenstufen eine allmählige Wanderung durch den Darm hindurch nachweisen.

*) So schien es mir in der That einmal an einem 7tägigen *Cyprin. Erythrophthalmus*.

**) *Recueil d'observations de Zoologie Vol. I. Tab. X. Fig. 2.*

***) Cuvier giebt jedoch *Règne animal Vol. II.* den Gymnoten zwei Schwimmblasen. Hat er vielleicht *Gymn. macrourus* zergliedert?

1.

1ste Form. Die Harnblase liegt mit ihrem Ausführungsgange, der Harnröhre ganz unter dem Darme und von ihm getrennt. Wir wissen jedoch, dass diese Trennung nicht ursprünglich ist, sondern dass die Harnblase durch Hervorstülpung aus dem primitiven Darme entsteht, dass mithin die Absonderung eine höhere Bildungsstufe ist.

2.

2. Eine tiefere Stufe ist also das Verhältniss in den Säugethieren mit Kloake, wo die Harnröhre in diese sich mündet, die ganze Blase aber vor derselben liegt.

3.

3. Eine dritte Stufe wird es seyn, wo der hintere Theil der Blase, welcher die Harnleiter aufnimmt, ganz mit dem Mastdarme verschmolzen ist, der Boden der Blase aber unter dem letztern liegt, weshalb man die Blase mit der Allantois verglichen hat. So in den Cheloniern, den Batrachiern, einigen Sauriern und Ophidiern.

4.

4. Eine noch tiefere Bildungsstufe glaube ich in den Vögeln zu erkennen, wo der Darm in den Blasenkörper einmündet, denn die Kloake der Vögel scheint nur ihre Harnblase zu seyn, da auch bei den grössten Vögeln, wie Meckel beobachtet hat, und wie auch ich am neuholländischen Casuar sah, die Darmzotten bestimmt an der Mastdarm-Klappe aufhören. Ja ein Theil des Blasenkörpers ist es vielleicht, der bei den meisten Vögeln als *Bursa Fabricii* schon an der Rückenwand hervortritt; denn wo die Kloake selbst schon gross ist, wie bei den Brevipennen, fehlt dieser hohle Zipfel.

5.

5. In den Knorpelfischen ist die Harnblase, oder wenigstens der Körper derselben, wenn sie sich zeigt, wieder gesondert vom Darme und liegt über demselben. Sie mündet sich in den Darm oder die Kloake ein, ist also das Umgekehrte von der Harnblase der Reptilien. Für eine Harnblase kann man nämlich mit Treviranus den länglichen Schlauch halten, der in den Hayen zwischen Mastdarm und Geschlechtsapparat liegt. Dass er diesen Namen verdiene, machen die Knochenfische wahrscheinlich, so wie er wiederum, mit einiger Wahrscheinlichkeit wenigstens, dafür spricht, dass die *Bursa Fabricii* für Harnblasenzipfel zu nehmen sey.

6.

6. In den Knochenfischen endlich ist die Harnblase, wo sich eine solche findet, auch mit ihrer Ausmündung vom Speise-Kanale getrennt und liegt über demselben. In *Cyclopterus Lumpus* öffnet sie sich, nachdem sie den Harnleiter aufgenommen, in das letzte, beiden Seiten gemeinschaftliche, Ende des Eileiters, wie der hier beigefügte Holzschnitt zeigt. In *Gadus Lota* ist auch die Oeffnung für die Harnblase und die Geschlechtswege gemeinschaftlich, und hinter dem After. Im Barsche geht die Trennung noch weiter, indem die Harnblase mit dem gesammten Harnapparate eine besondere Ausmündung hinter der Geschlechtsöffnung hat.

Die Harnblase der Mollusken, wenn man die Purpurblase dafür nimmt, hat mit dem Verdauungsapparate gar keine Verbindung und gehört nicht mehr in den Kreis unserer Betrachtungen, wie überhaupt der Harnapparat der wirbellosen Thiere, zu welchem wir den sogenannten Sandkanal der Strahlthiere zählen.

In den Wirbelthieren aber haben wir, von der höchsten Form anfangend, eine Reihenfolge gefunden, nach welcher die Harnblase, eine Ausstülpung vom hintern Ende des Speisekanals, gleichsam durch den Darm hindurch von der Bauchseite nach der Rückenseite wandert. Dieser Metamorphose analog könnten auch die Lungen, eine Ausstülpung aus dem vordern Theile des Speisekanals, an die Hinterwand desselben wandern, wo wir in der That die Schwimmblase der Fische finden.

Diese vergleichende Zusammenstellung scheint mir auch jetzt noch richtig, ohne dass ich ihr ganz denselben Werth oder dieselben Consequenzen beilegen möchte, als früher, indem ich nicht mehr daraus schliesse, dass die gewöhnlichen Schwimmblasen schlechtweg Lungen zu nennen sind.

Zuvörderst habe ich mich durch Beobachtung von *Cyprinus Blicca* überzeugt, dass die Harnleiter getrennt vom Darme sich bilden, indem, so viel ich sehe, nicht nur keine Kloake in früherer Zeit da ist, sondern die Harnleiter weiter vom Darme abstehen als später. Da ferner bei vielen Fischen die Harnleiter, wo sie zusammentreten, eine beträchtliche Erweiterung erfahren, so darf man wohl die ausgebildete Harnblase der Fische, die nur in wenigen Arten vorkommt, als eine Hervorstülpung dieser Gegend ansehen und es hat keine Wahrscheinlichkeit, dass sie jemals mit dem Darme in Verbindung gestanden hat.

Diese letzten Bemerkungen lehren, dass die Harnblase etwas von der Wesenheit, die ihr in höhern Thieren zukommt, in den Knochenfischen abgelegt hat. Aber eben so ist es ja mit der gewöhnlichen Schwimmblase. Sie ist nicht mehr wahre Lunge, sondern vorherrschend nur Luftblase, welche den Leib des Fisches specifisch leichter macht.

Es ist von den Funktionen der Lunge eben nur die hydrostatische Bedeutung unverkümmert geblieben und wenn auch die Lufterzeugung in den Schwimmblasen erfolgt und selbst der Luftwechsel nicht ganz fehlt, so ist diese Form der Athmung doch nur als ein Accidens zu betrachten. Mag man immerhin dieses Verhältniss als durch das Wandern der Lunge nach der Rückenseite oder durch die Ausbildung der Kiemen erzeugt, betrachten, so wird man nicht läugnen können, dass der Antheil der Schwimmblase an der Respiration nur sehr gering seyn kann, und dass die derbe sehnige Haut der meisten Schwimmblasen eben nicht zu diesem Charakter der Lungen passt.

Vielleicht hat aber die Harnblase in den Fischen auch nur einen hydrostatischen Werth behalten! Zuvörderst ist nicht einzusehen, wozu den Wasserthieren das Zurückhalten des Harnes dienen könne. Wir wollen dagegen die Frage aufwerfen, ob sie nicht auf die Schwimmfähigkeit wirkt? Ihr Inhalt wird allerdings mit dem Wasser ziemlich einerlei specifisches Gewicht haben, allein der gesammte Leib der Fische wird sein Volumen und also sein specifisches Gewicht verändern, je nachdem die Schwimmblase entleert oder angefüllt ist. So hat die Harnblase vielleicht eine Verrichtung, die mit der Verrichtung der Schwimmblase verwandt ist, ihr aber in Einer Beziehung auch gegenüber steht, ungefähr so wie in der Entwickelungsgeschichte der höhern Thiere die Allantois als Verlängerung der Harnblase antagonistisch von der Lunge in der Athmungsfunktion abgelöst wird.

Fügt man noch hinzu, dass 1) das Vorkommen der Harnblase eben so wenig wie das der Schwimmblase allgemein in den Fischen ist, dass aber 2) die Harnblase doch am häufigsten in solchen Fischen vorkommt, die keine Schwimmblase haben, z. B. in den Gattungen *Lophius*, *Cyclopterus*, *Pleuronectes*, *Orthagoriscus*, wo also für die Schwimmfähigkeit in Ermangelung der Schwimmblase Etwas erwartet

werden konnte, dass aber, wenigstens so weit meine Kenntniss reicht, sie in Fischen mit offenem Luftgange höchst selten gefunden wird, wie im Aal, so tritt ihre Beziehung zur Schwimmfähigkeit wohl noch mehr hervor, und man darf wenigstens zu Untersuchungen auffordern, ob nicht den Fischen die Fähigkeit zukommt, Wasser in die Harnblase einzuziehen, wie Townson*) an Schildkröten beobachtet hat?

Wie auch die Resultate dieser Untersuchungen ausfallen mögen, so ist klar, dass derselbe Act, durch welchen ein Fisch sich specifisch schwerer machen kann, das Zusammenziehen der Rumpfwände, auch die Harnblase entleeren muss, so wie die Luftblase, wenn diese einen offenen Gang hat. Umgekehrt wird das Einziehen des Wassers nur durch Auseinanderziehen der Rumpfwände möglich seyn, durch welches ohnehin der Fisch sich leichter macht.

Aber auch wenn die Fische kein Wasser in die Harnblase einpumpen können, was wir überhaupt nur als Fragepunkt hinwerfen, so ist nach dem Obigen wahrscheinlich, dass in ihnen die Harnblase die Schwimmblase zu ergänzen scheint, wie in den Embryonen höherer Thiere die Allantois statt der fehlenden Lungen dient. Dadurch wird aber die Schwimmblase nicht zur wahren Lunge gestempelt, sondern sie behält, wie gesagt, nur eine statische Wichtigkeit; sie ist eine Luftblase, wie die Harnblase eine Wasserblase. — Ja, wenn die Drüsen an der Schwimmblase Luft secerniren, wie Cuvier glaubt, so wird ihr Verhältniss zur Harnblase, die mit einem Wasser-Sekretions-Apparat in Verbindung steht, nicht gestört.

Wenn ich der Schwimmblase eine statische Wichtigkeit zuschreibe, so ist es nicht meine Meinung, dass durch sie allein das Aufsteigen und Senken bedingt werde, gleich einem leblosen Körper, dem man eine Blase angebunden hätte, wie einige Schriftsteller in dem Streite für und wider die Schwimmblase sich vorzustellen scheinen. Wenn der Fisch das Kopfende nach oben richtet und das Wasser schlägt, so wird er sich erheben und in umgekehrter Stellung sich senken, aber sie wird schon durch ihr Daseyn dem Leibe das nöthige specifische Gewicht geben, abgesehen von der Frage, ob und wie weit sie zusammengedrückt werden kann.

Ich darf jedoch zwei Verhältnisse nicht unberührt lassen, auf die man sich besonders beruft, um die Schwimmblase gradezu eine Lunge zu nennen, den zelligen Bau und die seitliche Duplicität. Offenbar ist es vorzüglich die Rücksicht auf diese Formen, welche G. Fischer bestimmte und auf welche auch seine Nachfolger, unter den Deutschen besonders, Gewicht gelegt haben.

Der zellige Bau, den man mit Froschlungen zu vergleichen sich gefällt, würde auch für mich viel Gewicht haben, wenn ich ihn nur bestätigt fände. Es haben sich hier aber die merkwürdigsten Missverständnisse eingeschlichen, die man sich gläubig immer wieder nacherzählt, und möglichst vermehrt hat.

Zuvörderst sollte die Familie der Gymnodonten reich an dergleichen zelligen Schwimmblasen, oder vielleicht allgemein damit versehen seyn. So findet man in allen Abhandlungen über die Schwimmblase und in allen Handbüchern für vergleichende Anatomie angegeben, dass Broussonnet die Schwimmblase der Diodonten als zellig beschrieben habe. Auch Cuvier führt diese Beobachtung von Broussonnet in seinen Vorlesungen über vergleichende Anatomie an**), obgleich er sich gegen die Uebereinstimmung der Schwimmblase mit einer Lunge erklärt. Ich war daher verwundert, als ich bei einem Fische, den ich für diese Untersuchung opfern konnte, nichts davon sah und glaubte den Grund in der Jugend des Fisches suchen zu müssen. Broussonnet's Abhandlung***) vergleichend fand ich aber, dass derselbe der Schwimm-

*) *Tracts and observations in natural history* p. 70.

**) Vorl. über vergl. Anat. Bd. IV. S. 686.

***) *Histoire de l'academie des sciences.* 1780.

blase nicht einmal mit einem Worte erwähnt. Vielmehr beschreibt er eine Menge Arten von Hayen, spricht dann zuletzt von der Stellung derselben im Linnéischen Systeme, kommt bei dieser Gelegenheit auf die Organe, die Garden in den Diodonten gefunden und Lungen genannt hat *). Sie dienen dem Fische nur um sich aufzublasen. „Nach der Untersuchung, welche wir anzustellen Gelegenheit hatten," fügt Broussonnet hinzu, „sind sie weniger zellig als Lungen und gleichen in einiger Hinsicht Blasen, „welche traubenförmig an einander gefügt sind." Offenbar ist hier der Sack gemeint, der unter der Speiseröhre liegt und den Cuvier *Jabot* nennt. Schneider mag von diesem Sacke keine Kenntniss gehabt haben, denn er ist der erste, der hier eine Beschreibung der Schwimmblase gefunden zu haben glaubt, wie man aus einer Stelle seiner Sammlung zur Aufklärung der Fischkunde sieht **). G. Fischer hat sich auf Schneider verlassen und citirt den Broussonnet als Beobachter einer zelligen Schwimmblase. Cuvier, der bei Bearbeitung des Kapitels über die Schwimmblase offenbar Fischer's Buch ***) vor Augen gehabt hat, denn er streitet gegen ihn, muss sich wieder auf Fischer verlassen haben. Später hat Cuvier Gelegenheit genommen, die Sache selbst zu untersuchen, allein das frühere Missverständniss nicht erkennend, fügt er ein zweites hinzu und sagt, wie ich erst später fand, im *Règne animal* ****): *Quant aux Organes celluleux, dont parle Broussonnet Ac. des Sc.* 1780, *dernière page, il n'existe rien, qui puisse y avoir donné lieu.* Cuvier denkt also gar nicht an den Sack unter der Speiseröhre, von dem Broussonnet in der Mehrzahl redet, weil er hinten getheilt ist, und widerspricht nur einer Behauptung, die er dem Broussonnet selbst untergeschoben hat.

G. Fischer berichtet ferner in seiner Schrift, dass denselben Bau der Schwimmblase, den Broussonnet in Diodonten beobachtet haben soll, Schneider und Bloch an *Tetrodon hispidus* gesehen hätten †). Leider kann ich die Beobachtung von Schneider nicht vergleichen, da das Leipziger Magazin vom Jahr 1787, worin sie sich findet, in Königsberg nicht zu haben ist. Was aber Bloch anlangt, so denkt er in der angeführten Stelle ††) gar nicht an die Schwimmblase. Er spricht von *Tetrodon Honkenii*, nicht von *Tetrod. hispidus* und gebraucht allerdings das Wort Luftsack, meint aber wieder den am Bauche liegenden Sack, ohne ein Missverständniss zu fürchten, und beschreibt ihn ganz unverkennbar: „Der Luftsack war unten doppelt, bestand, wie die Lungen der Frösche und Sumpfschildkröten, aus lauter „kleinen beisammen liegenden Bläschen. Aufgeblasen sehen die beiden Lappen, welche sich im Unterleibe „bis an den After erstrecken, schneeweiss aus. Die Art, wie eigentlich dieser vorne unter der äussern „Haut liegende Sack mit den übrigen innern Theilen zusammenhängt, gefüllt und geschlossen wird, verdient noch an grössern und frischern Exemplaren untersucht zu werden †††)."

Es ist also der Luft aufnehmende Sack unter der Bauchhaut nach hinten getheilt und mit zelligen Wänden versehen. Das finde auch ich bestätigt in *Tetrod. hispidus*, *Spengleri* und *Lagocephalus*. Zwar sehe ich die Zellen nur sehr schwach angedeutet, ungefähr so wie die letzten Zellen in der Wand der Lungen in Schlangen; allein alle Individuen, die ich untersuchen konnte, sind noch sehr jung und ich muss annehmen, dass Bloch sie viel deutlicher gesehen hat. Nun möchte ich fragen, warum denn dieser

*) l. c. p. 680.

**) S. 127.

***) Versuch über die Schwimmblase S. 38.

****) Vol. II. p. 366. Edition II.

†) l. c.

††) Naturgeschichte der Fische. Bd. 12. S. 80.

†††) Die Oeffnung in den Schlund ist doch wahrlich gross genug!

Sack, der einen zelligen Bau hat, nach hinten gedoppelt ist, in die untere Wand des Speisekanales einmündet und in welchen Luft geschluckt wird, den Namen einer Lunge nicht verdienen soll? Auf jeden Fall hat er hierzu weit mehr Recht, als die Schwimmblase, die in diesen Fischen eine eben so weissglänzende dicke Haut hat, als gewöhnlich und ohne Ausführungsgang zu seyn scheint. Zwar hat man in Zweifel gezogen, ob jener Luft aufnehme, und Oken findet es wahrscheinlicher, dass der Fisch durch verschlucktes Wasser sich aufblähe *), da ihnen in der Tiefe keine Luft zu Gebote stehe. Ich weiss nicht, ob diese Fische in der Tiefe sich aufzublähen im Stande sind, allein dass sie an der Oberfläche Luft einschlucken, geht schon aus der Beschreibung hervor, die Du Tertre von dem Fange des *Diodon Hystrix* giebt **), so wie aus Geoffroy's Beobachtungen. Sollten sie auch Luft und Wasser zu verschlucken im Stande seyn, wie es nach einigen Beobachtern scheint, immer dürfte dieser nach hinten getheilte Sack mehr Ansprüche haben, Lunge genannt zu werden, als die Schwimmblase und gegen die vollkommene Lungennatur der letzten ein bedeutender Einwand seyn; denn wenn ihn Cuvier einen Kropf nennt, so ist dagegen zu bemerken, dass man nie in ihm Speisen gesehen hat und ein starker Schliessmuskel seinen Eingang davor zu bewachen scheint. Ein Kropf, der nicht Speisen, sondern Luft aufnimmt, ist eben eine Art Lunge. Diese Fische hätten also Lungen und Schwimmblasen zugleich.

Die Gymnodonten scheinen fast vom Schicksale bestimmt, zu Missverständnissen Veranlassung zu geben. Linné forderte einen Doctor Garden auf, an der Küste von Südamerika nachzusehen, ob die Diodonten wirklich mit Lungen versehen wären, und erhielt von ihm nicht nur die Bestätigung von ihrem gleichzeitigen Vorkommen mit den Kiemen, sondern auch ein Präparat, in welchem Kiemen und Lungen zusammen erhalten waren ***). Dadurch wurde nun Linné veranlasst, nicht nur diesen Fisch, sondern alle die man zu den Knorpelfischen rechnet, unter die Amphibien zu setzen. Wahrscheinlich war es die Präsumtion für das Daseyn der Lungen, welche Schöpf †) verleitete, in einem Organ zwischen der Schwimmblase und der Wirbelsäule die Lungen zu finden, wobei er entweder die Nieren oder die Eierstöcke verkannt haben muss. Cuvier weist auf dieses Missverständniss hin, vermuthet aber dasselbe nicht nur bei Garden, was nicht gut möglich ist, da getrocknet diese Theile doch gewiss nicht das Ansehn von Lungen haben werden, sondern sogar auch in einer Aeusserung von Plümier, die in Bloch's *Syst. ichthyol.* ††) erwähnt wird, eine Aeusserung, die doch ganz offenbar wieder auf den Sack unter der Speiseröhre sich bezieht.

So hat man sich also in neuern Zeiten gewehrt, in einem nach unten liegenden mit der Speiseröhre offen communicirenden Sacke, der zellige Wände hat und Luft aufnimmt, an die Lunge erinnert zu werden, zugleich aber in einem verschlossenen, weissglänzenden, über dem Speisekanale liegenden Sacke ohne zellige Wände eine Uebereinstimmung mit Froschlungen zu erkennen sich beeifert.

Doch genug von den Gymnodonten! Meckel führt in den Zusätzen zu seiner Uebersetzung von Cuvier's vergleichender Anatomie an, dass Brodbelt die Schwimmblase des Schwerdtfisches zellig gefunden habe †††). Wieder ein willkommener Beweis für die Lungen-Natur der Schwimmblase, den man willig wiederholt hat, obgleich alle andern Zergliederer des Schwerdtfisches nichts davon sagen, als

*) Zoologie Bd. II. S. 144.

**) *Antill.* Tom. II. p. 290.

***) *Systema natur.* Ed. XII. p. 398.

†) Schriften der Gesellschaft naturf. Freunde. Bd. VIII. S. 198.

††) p. 513.

†††) Bd. IV. S. 686.

Bartholin*), Hartmann**), Schellhammer***), Kölpin****), Rosenthal*****) und Cuvier******). Ich habe in mehreren zergliederten Schwerdtfischen auch nichts Aehnliches gesehen, wenn man nicht Luftblasen, die sich beim Trocknen halb fauler Schwimmblasen zwischen dem Peritonäal-Ueberzuge und der dicken Haut der Schwimmblase zeigen, so benennen will. Was aber auch Herr Brodbelt gesehen haben mag [das Original steht mir nicht zu Gebote †)], so hätte man keine Lungen-Aehnlichkeit darin finden dürfen, da nach Brodbelt selbst diese Zellen nicht mit einander communiciren sollen. Was wäre das für eine Lunge? Und überdiess fehlt der Ausführungsgang!

Endlich hat aber Cuvier eine Schwimmblase aus *Silurus Felis* beschrieben und abgebildet, die mit einem Ausführungsgang versehen, unvollständige Scheidewände, also zusammenhängende Zellen hat ††). Huschke †††) nennt zwar die Schwimmblase von *Silurus cataphractus* als eine ähnliche. In diesem Fische finde ich aber ausser einer Längsscheidewand keine andere. — So scheint also der zellige Bau bisher nur in *Silurus Felis* gefunden zu seyn. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, diesen Fisch selbst zu untersuchen, bemerke jedoch, dass, da die äussere Wand nach Cuvier's Zeichnung nicht für die einzelnen Zellen vortretend ist, das Verhältniss der innern Räume nicht anders sich zeigt, als auch für die Lufträume in Knochen.

Was die seitliche Duplicität anlangt, so finde ich in ihr den stärksten Beweis nicht für, sondern gegen die Lungen-Aehnlichkeit der Schwimmblase. Diese Duplicität ist ja nur im Bichir *(Polypterus niloticus* Geoff.*)* durchgeführt ††††), in einigen andern Schwimmblasen ist das vordere oder hintere Ende getheilt. Wie ist es verständlich, wenn die Schwimmblase die Lunge höherer Thiere ist, muss man hier fragen, dass bei dem vielfachen Wechsel, dem dieses Organ unterworfen ist, doch die seitliche Duplicität nicht öfter hervortritt?

Und wenn auch einzelne, mir nicht bekannte, Schwimmblasen sich mehr der Natur der Lungen in einigen Verhältnissen näherten, würde man darauf sehr viel Gewicht legen dürfen? Haben doch alle Theile des pneumatischen Apparates die allgemeinsten Verhältnisse der Lungen †††††). Diese könnten zuweilen gesteigert werden. So finde ich unter den mir bekannt gewordenen Schwimmblasen die untere Hälfte von der Schwimmblase des Aals so blutreich und dünnwandig, dass es mir nicht unwahrscheinlich ist, sie diene dem Thiere zur Athmung, wenn es das Wasser verlässt. Freilich ist auch sie gegen den Speisekanal verschlossen, was ich nicht erwartet hatte. Ob sie nicht erst spät sich schliesst. Die andere Hälfte hat aber die gewöhnliche Beschaffenheit der Schwimmblasen.

---

*) *Hist. anat. Cent. II.* No. 16.

**) *Disquisitio de Xiphia* 1694. 4to. Reg.

***) *De anat. Xiphiae Hamb.* 1704. 4to und in *Valentini Amphit. Zootom.*

****) Abhandlungen der schwed. Akademie B. 32.

*****) Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und Pathologie. 1824.

******) *Histoire nat. des Poissons* VIII. p. 23.

†) *Duncan. med. annal.* Vol. I. (1796) p. 394

††) Vergl. *Anat.* Bd. IV. S. 686. Taf. 25. Fig. 5.

†††) *Dissertatio de vesica natatoria* 1828. p. 38.

††††) *Geoffroy* in den *Annales du Muséum* Vol. I. p. 65. Es ist zu bedauern, dass der Verfasser nicht angiebt, ob die rechte oder die linke Schwimmblase die grössere ist.

†††††) Ich habe in der Isis 1826. S. 827 u. folg. darauf hingewiesen, wie auch in den Nebenhöhlen der Nase eine allgemeine Beziehung zu den Lungen nicht fehlt.

Solche Ausnahmen können aber nicht die Regel bestimmen, und was die Beihülfe zur Athmung anlangt, so will ich diese nicht läugnen, bemerke nur, dass sie nicht Hauptsache seyn kann. Sie fehlt ja nicht einmal dem Harn-Apparate.

Wir möchten also zum Schlusse das Resultat unserer Untersuchungen und Vergleichungen so aussprechen:

Die Schwimmblasen der Fische, zum pneumatischen Apparate gehörig, sind wenigstens zweifacher Art: die eine ist der Eustachischen Röhre und der Paukenhöhle der Lungenthiere analog, die andere ist zwar eine Ausstülpung aus dem Speisekanale, hat aber mit den Lungen der höhern Thiere nur eine allgemeine Analogie, ist vielmehr ein Rumpf-Sinus, dessen Hauptwirkung die seyn muss, den Leib des Fisches specifisch leichter zu machen, wenn auch ein Einfluss auf die Umänderung des Blutes zugleich sich findet.

Erläuterung der Kupfertafel.

Die Zeichnungen sind von Herrn Dr. *Burow* angefertigt, der in seiner Dissertation über die Blutgefässe der Frösche den Naturforschern sich in der *ars secandi et pingendi* gleich gut empfehlen wird und den unter meine Schüler zählen zu können, ich mich sehr freue. Einen Theil der Untersuchungen hat Herr Dr. *Burow* mit mir gemeinschaftlich angestellt.

Alle Abbildungen auf der hier beigefügten Kupfertafel stellen Eier und Embryonen von *Cyprinus Blicca* dar.

Die Vergrösserung ist für alle Figuren, welche ganze Eier oder Embryonen abbilden, die funfzehnfache der natürlichen Grösse. Dasselbe Verhältniss gilt auch ungefähr für die Figuren 23 bis 27. Die Figuren 11, 17, 19, 21 und 22 sind dagegen dreissigmal vergrössert.

Für die Beurtheilung ist noch zu bemerken, dass die Differenzen der Beschattung absichtlich etwas stärker gegeben sind, als sie in der Wirklichkeit sich zeigen, um die Darstellung verständlicher zu machen. Man darf sich also z. B. den hellen Kreis x in Fig. 5. nicht etwa ganz hell denken, sondern nur heller als die Umgebung.

Fig. 1. giebt die Ansicht eines Eies, 10—15 Minuten nachdem es abgegangen ist. Man sieht den Keim von der Seite.

— 2. Ansicht eines Eies vor Beendigung der ersten Stunde nach dem Abgange. Die äussere Eihaut hat noch nicht ihre vollständige Ausdehnung, das innere Eiweiss ist zum Theil noch anhaftend und muss auch an der dem Beobachter zugekehrten Fläche noch anhaftend gedacht werden, weil sonst der Trichter geschwunden seyn würde. (Vergl. Abschnitt V des Textes.)

— 3. Seiten-Ansicht des Eies, wenn der Keim die Hälfte der Dotterkugel bedeckt.

— 4. Seiten-Ansicht des Eies, wenn der Keim über 3/4 der Dotterkugel bedeckt.

— 5. Dasselbe Ei von der dem Keime gegenüber liegenden Seite betrachtet.

— 6. Embryo mit breiter Rückenfurche von oben gesehen.

— 7. Embryo mit stark erhobenen Rückenwülsten und tiefer Rückenfurche, von der Seite gesehen.

— 8. Derselbe von oben.

— 9. Embryo mit geschlossenem Rücken und beginnender Wirbeltheilung, von der Seite gesehen.

— 10. Derselbe von oben.

— 11. Vorderer Abschnitt des Embryo kurz vor dem beendeten Schliessen der Rückenfurche, 30 mal vergrössert.

— 12. Embryo aus der 5ten Bildungsstufe von der Seite.

— 13. Birnförmiger Embryo von oben.

— 14. Retortenförmiger Embryo von oben.

— 15. Derselbe von der Seite.

— 16. Embryo, der sich grade zu strecken anfängt, mit der ersten Spur vom Kreislauf des Blutes. Der Embryo steht zwischen der 8ten und 9ten Form in der Mitte.

— 17. Das Herz aus derselben Zeit, von vorn gesehen.

— 18. Ein Embryo, der ausschlüpfen soll.

— 19. Dessen Herz.

— 20. Ein Fischchen vom Anfange des 2ten Tages nach dem Ausschlüpfen mit ausgebildetem Kreislaufe.

— 21. Kiemen-Apparat eines Fischchens vom 5ten Tage nach dem Ausschlüpfen.

Fig. 22. Gefässbogen, die aus dem Herzen gehen, um die Aorta zu bilden, aus einem Fischchen vom 2ten Tage nach dem Ausschlüpfen durch leichte Pressung kenntlich gemacht. Die linke Seite liegt etwas vor, daher das rechte Auge nur durchscheinend ist.

NB. Durch die Pressung ist das Herz aus seiner Lage gedrängt und etwas gewaltsam verlängert.

— 23. Vorderster Theil des Speisekanals mit Lunge und Leber; vom ersten Tage nach dem Ausschlüpfen; von vorn gesehen.

— 24. Dasselbe vom 2ten Tage, von der rechten Seite.

— 25. Dasselbe vom 3ten Tage, von der rechten Seite.

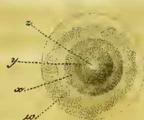
— 26. Dasselbe vom 3ten Tage, von vorn.

— 27. Dasselbe vom 4ten Tage, von der rechten Seite.

Für alle Figuren ist übereinstimmende Bezifferung für dieselben Theile gewählt, damit die Vergleichung um so leichter werde. Aus demselben Grunde schien es aber auch nicht nothwendig, die Abbildungen so sehr mit Ziffern zu überladen, dass auf jeder alle einzelnen Theile beziffert würden, da eine die andere erläutert.

a. ist das vordere Ende des Embryo.
b. das hintere Ende des Embryo.
c. die vordere Hirnzelle oder der vordere Hauptabschnitt des Hirns.
d. die mittlere Hirnzelle oder der mittlere Hauptabschnitt des Hirns.
e. die hintere Hirnzelle oder der hintere Hauptabschnitt des Hirns.
e'. in Fig. 22. ist das Ohr.
f. die vordere Extremität.
g. Nase.
h. Dottersack.
i. Wirbelsaite.
k. Unterkiefer.
l. vordere Vertebralvene.
m. hintere Vertebralvene.
n. Querstamm, *Truncus transversus.*
o. Vorkammer des Herzens.
p. Kammer des Herzens.
q. Aortenzwiebel.
r. Aorta.
r'. in Fig. 17 und 22 Wurzel der Aorta.
s. Mastdarm.
t. Harnleiter.
u. Kiemenhaut mit dem Kiemendeckel.
v. Zungenbein.
w. Eiweiss.
x. von dem Keime nicht bedeckter Theil des Dotters.
y. Keim.
z. Trichter in der äussern Eihaut.


1.


2.


3.


4.


5.


6.


7.


8.


9.


10.

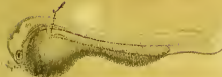

11.


12.


13.


14.


15.

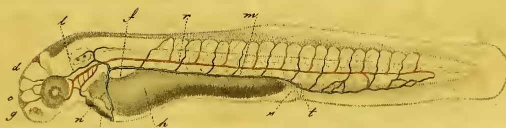

16.


17.


18.


19.


21.


20.


22.


23.


24.


25.


26.


27.

Burow. del.

F. Lehmann. sc.